



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    5 月 1 3 日  
Date of Application:

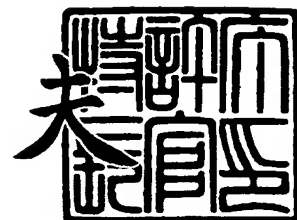
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 3 4 3 8 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 3 4 3 8 6 ]

出        願        人                      三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月    5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 0 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 544781JP01

【提出日】 平成15年 5月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C02F 9/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 上村 美貴

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 古川 誠司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 上山 智嗣

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 廣辻 淳二

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

## 【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度、  
新エネルギー・産業技術総合開発機構「省エネルギー型  
廃水処理技術開発」共同研究、産業活力再生特別措置法  
第 3 0 条の適用を受けるもの）

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長尺の管状を成し、軸線に沿って延びる紫外線照射手段を収納し、内周面と前記紫外線照射手段との空間に被処理水を流通させる紫外線照射部と、

前記紫外線照射部の上流に隣接して設けられ、前記被処理水に酸化剤を混合させる酸化剤混合部とを有し、

前記紫外線照射手段は、前記酸化剤が混合された前記被処理水に紫外線を照射して前記被処理水中の処理対象物質を分解する

ことを特徴とする水処理装置。

【請求項 2】 前記酸化剤混合部は、

酸化剤供給手段から酸化剤が供給される酸化剤吸引口が形成されるとともに前記所定の断面積まで絞られた最小断面積部と、

前記最小断面積部から前記紫外線照射部と同じ太さの大通路部まで広がるテーパ状の錐形部とを有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の水処理装置。

【請求項 3】 前記紫外線照射部を通過後の処理水を前記最小断面積部の上流に戻す循環流路をさらに設けた

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の水処理装置。

【請求項 4】 前記酸化剤が、オゾンガス、オゾン含有ガス、及びオゾン液体に溶解させたオゾン水のいずれかである

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の水処理装置。

【請求項 5】 前記オゾンガスの濃度が  $100 \text{ g/m}^3$  (N) 以上である

ことを特徴とする請求項 4 に記載の水処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、浄水および下水あるいは地下水や工場排水などを対象とした水処

理装置に関するものであり、更に詳しくは、例えばオゾンなどの酸化剤と紫外線照射を併用して被処理水を高度に浄化処理する水処理装置に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

オゾンなどの酸化剤と紫外線照射とを併用する水処理装置は、オゾンなどの酸化剤に紫外線を照射することによって生成するヒドロキシルラジカルなどのラジカル種を用いて、被処理水中の有機塩素化合物などの処理対象物質を分解する水処理装置である。

#### 【0003】

このような水処理装置として、従来、円筒形の反応槽に流入する被処理水に対して、オゾンガスを散気させ、さらに紫外線ランプから紫外線を照射し、これにより被処理水中の処理対象物質を分解し、流出水として排出することが提案されている。

#### 【0004】

そして、従来の水処理装置では、円筒形または直方体形などの水槽の中央に紫外線ランプを設置したものが一般的であった。また、酸化剤混合手段としては、被処理水を流入させる水槽に散気装置などを設置して、オゾンガスを被処理水中に気泡として分散させてオゾンを混合・溶解させる方式が一般的であった（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平5-192673号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の水処理装置は、酸化剤混合手段として散気装置を用いているので、気泡径の制御に限界があり、気液界面積を大きくすることができなかった。そのため、オゾンの溶解速度が遅く、短時間では処理対象物質を高率に分解できないという問題点があった。

#### 【0007】

また、従来の水処理装置は、円筒形または直方体形などの水槽の中央に紫外線ランプを設置しているので、紫外線ランプから離れた領域で被処理水の処理に必要な紫外線強度が得られず、処理対象物質の分解率が低くなってしまうという問題点があった。

#### 【0008】

本発明は、上述の問題点を解決するためになされたものであり、酸化剤を高速かつ高率に被処理水中に溶解することができ、処理対象物質を高い分解率で処理できる水処理装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明に係る水処理装置は、長尺の管状を成し、軸線に沿って延びる紫外線照射手段を収納し、内周面と紫外線照射手段との空間に被処理水を流通させる紫外線照射部と、紫外線照射部の上流に隣接して設けられ、被処理水に酸化剤を混合させる酸化剤混合部とを有し、紫外線照射手段は、酸化剤が混合された被処理水に紫外線を照射して被処理水中の処理対象物質を分解する。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

##### 実施の形態 1.

図1は本発明の水処理装置の実施の形態1の装置構成を説明する模式図である。図1において、本実施の形態の水処理装置101は、紫外線照射手段10を収納するとともに被処理水4を流通させ被処理水4に紫外線を照射して被処理水4中の処理対象物質を分解する紫外線照射部30と、紫外線照射部30に隣接して設けられ被処理水4に酸化剤を混合させる酸化剤混合部60とを有している。

#### 【0011】

長尺円筒状の配管型反応器1の内部に中心軸に沿って紫外線照射手段10が設けられている。紫外線照射手段10は、概略棒状の紫外線ランプ2と、これを圍繞するランプジャケット3から構成されている。ランプジャケット3は、円筒状を成し、配管型反応器1と紫外線ランプ2の間に設けられ、紫外線ランプ2を全長にわたって覆う長さを有している。ランプジャケット3の外壁面は、紫外線ラ

ンプ2の紫外線を、配管型反応器1の内壁面1aに照射する紫外線照射面3aを形成している。配管型反応器1、紫外線ランプ2、及びランプジャケット3によって、紫外線照射部30が構成されている。紫外線ランプ2には、電線12を介して、紫外線ランプ電源50が電氣的に接続されている。

#### 【0012】

また、紫外線照射部30の上流側に、被処理水が流入する被処理水流入配管6が接続されている。一方、紫外線照射部30の下流側には、処理済みの処理水が流出する処理水流出配管7と排オゾンガス排出配管5が接続されている。

#### 【0013】

さらに、紫外線照射部30と被処理水流入配管6との間に、配管の一部が絞られて形成された絞り部20が形成されている。この絞り部20には、酸化剤を吸引する酸化剤吸引口22が形成されている。酸化剤吸引口22は、オゾン配管8を介してオゾン発生器40と連通している。絞り部20、酸化剤吸引口22、オゾン配管8、オゾン発生器40は、被処理水に酸化剤を混合させる酸化剤混合部60を構成している。

#### 【0014】

絞り部20は、所定の断面積まで絞られた最小断面積部を有している。そして、被処理水流入配管6に接続する大径部26から小径部（最小断面積部）23に至るまで次第に径を小さくする円錐状の第2錐形部27と、小径部（最小断面積部）23から配管型反応器1に接続する大径部（大通路部）24に至るまで次第に径を大きくする円錐状の第1錐形部25とから構成されている。上述の酸化剤吸引口22は、断面積を最小とする小径部（最小断面積部）23に形成されている。

#### 【0015】

第1錐形部25のテーパ角度 $\phi 1$ は3度から175度の間から選択すればよいが、望ましくは、5度から90度、さらに望ましくは、10度から20度であり、本実施の形態においては、15度のものを使用した。一方、また、第2錐形部27のテーパ角度 $\phi 2$ は3度から175度の間から選択される、本実施の形態においては、30度のものを使用した。尚、本実施の形態の酸化剤混合部60にお

いて、第2錐形部27は必ずしも必要でない。すなわち、所定の断面積まで絞られた小径部（最小断面積部）23と、この小径部（最小断面積部）23から紫外線照射部30と同じ太さの大通路部24まで広がるテーパ状の第1錐形部25を有していれば、所定の効果を得られるものであり、小径部（最小断面積部）23から上流の部分、被処理水流入配管6については、小径部（最小断面積部）23と同じ径を有する太さに変化のない直線状の配管とされてもよい。

#### 【0016】

次に、動作について説明する。まず被処理水は、被処理水流入配管6を介して配管型反応器1に流入する。絞り部20では、流入された被処理水4に、酸化剤吸引口22およびオゾン配管8を介してオゾン発生器40により生成されたオゾンガスが吸引され、被処理水4中にオゾンガスの微細気泡が大量に生成する。微細気泡中のオゾンガスは液相に移動することにより溶存オゾンとなり、この溶存オゾンと、紫外線ランプ電源50から電線12を介して電圧を印加されて点灯された紫外線ランプ2によって照射された紫外線との反応により、酸化力の強いヒドロキシルラジカルが生成する。このヒドロキシルラジカルは被処理水中の処理対象物質を酸化分解し、浄化された処理水は処理水流出配管7より排出される。また、被処理水中に溶解しきれなかったオゾンガスすなわち排オゾンガスは排オゾンガス排出配管5を介して系外へ逃がされる。

#### 【0017】

このように、本実施の形態に示した装置は、配管型反応器1の絞り部20からオゾンガスを強力に吸引・混合する構成であるので、散気装置を用いてオゾンガスを吸収させる従来の装置に比べて、オゾンガス気泡の径を小さくすることができ、これにより気液界面積が増加するので、液相へのオゾン溶解を促進できる。すなわち、ヒドロキシルラジカルの生成を促進することにより、処理対象物質を高速かつ高率に分解できるという効果がある。

#### 【0018】

加えて、配管型反応器1に接続された絞り部20は、上述のように小径部（最小断面積部）23から配管型反応器1に接続する大径部（大通路部）24に至るまで次第に径を大きくする円錐状の第1錐形部25を有しており、これにより、



絞り部 20 の下流の流路は急拡大などがなく滑らかにされており、気泡の合体による気泡径の増大を抑制して気泡径の小さい状態を持続することができ、その結果、気液界面積が大きくなり液相へのオゾン溶解を促進できる。すなわち、ヒドロキシルラジカルの生成を促進することにより、処理対象物質を高速から高率に分解できるという効果がある。

#### 【0019】

図 2 は本実施の形態の水処理装置の効果を説明する特性図である。配管型反応器 1 の容積を 5 L、被処理水流量を 3 L/min（被処理水滞留時間：1.67 分）、被処理水の TOC（Total Organic Carbon：全有機態炭素）濃度を 10 mg/L、オゾンガス流量を 1.5 L/min、オゾンガス濃度を 200 g/m<sup>3</sup>（N）、紫外線ランプ出力を 110 W として水処理を行った際の配管型反応器内の総括物質移動係数  $KL a$  と、処理対象の有機物の分解率との関係を求めた実験結果である。総括物質移動係数  $KL a$  は、オゾンの溶解速度を表す指標であり、単位体積当たりの気液界面積  $a$  と物質移動速度  $KL$  の積で表される。すなわち、気液界面積  $a$  が大きいほうが総括物質移動係数  $KL a$  は大きくなる。

#### 【0020】

発明者らの実験によると、図 2 のプロットに示したように、総括物質移動係数  $KL a$  が大きくなるほど、即ち気液界面積が大きくなるほど有機物分解率は増加する。

#### 【0021】

本実施の形態の水処理装置の酸化剤混合部 60 に替えて、従来の水処理装置に用いられていた散気装置を設けた水処理装置の実験結果を図 2 中にプロット A として示す。散気装置の代表的なものである散気板は、その孔径などにより総括物質移動係数  $KL a$  が異なるので、数種類のものについて実験を行ったが、総括物質移動係数  $KL a$  は大きくても 200 程度であり、このような総括物質移動係数  $KL a$  の範囲では有機物の分解はあまり進まなかった。

#### 【0022】

図 3 は本実施の形態の水処理装置 101 の効果を比較して確認するために実験に使用した水処理装置の模式図であって、紫外線照射部 31 に、曲がり部を有す

る配管 32 及び異径配管接続継手 33 を介してエジェクタ 90 を接続した水処理装置の装置構成を示している。図 3 の水処理装置 200 は、本実施の形態の紫外線照射部 30 に代えて、紫外線照射部 31 を使用するものであるが、この紫外線照射部 31 は、構造は本実施の形態の紫外線照射部 30 と同じものであるが紫外線照射部の配管径が従来技術で取り上げた特開平 5-192673 号公報の反応槽と同じ径としたものである。すなわち、紫外線照射部の配管径を従来装置相当としたものである。また、エジェクタ 90 は、従来、一般的に用いられていたものである。本実施の形態の水処理装置 101 の酸化剤混合部 60 に替えて、曲がり部を有する配管 32 と被処理水が流入する被処理水流入配管 34 の間に、従来と同様なエジェクタ 90 が設けられたものである。エジェクタ 90 は、形状においては、上流側の円錐部のテーパ角度が 30 度、紫外線照射部 31 側の円錐部のテーパ角度が 15 度のものを使用した。

#### 【0023】

図 4 は本実施の形態の水処理装置 101 の効果を比較して確認するために実験に使用した水処理装置の模式図であって、図 3 の水処理装置 200 と同じ紫外線照射部 31 に短尺直線状の配管 35 及び異径配管接続継手 33 を介して図 3 のものと同様なエジェクタ 90 を接続した水処理装置 201 の装置構成を示している。エジェクタ 90 は、短尺直線状の配管 35 と被処理水が流入する被処理水流入配管 34 の間に設けられている。エジェクタ 90 は、図 3 の水処理装置 200 と同じものを使用した。

#### 【0024】

図 3 及び図 4 の水処理装置の実験結果を図 2 中にプロット B～D として示す。これらの結果とプロット A として示した結果とを比べると、総括物質移動係数  $KL a$  がやや大きくなって有機物分解率も少し増加した。つまり、エジェクタ 90 を用いることにより、散気板を用いるよりもオゾンガスの気泡径を小さくでき、有機物分解率も増加することが分かった。とはいえ、依然、有機物分解率は高いといえる水準ではなく、本発明者らは、総括物質移動係数  $KL a$  をさらに上げて有機物分解率をより増加させるための方法を模索して研究を続けた。

#### 【0025】

その結果、単にエジェクタ 90 を接続しただけでは、エジェクタ 90 の下流で気泡がすぐに合体し、気泡径が大きくなってしまふことを発見した。図 2 のプロット B～D に示されるように、いずれの場合も、エジェクタ 90 の直後でこそ気泡が小さい状態で存在するものの、反応槽に入るまでに気泡の合体が進み、散気筒の場合とほぼ同じ気泡径になっていることが明らかになった。

#### 【0026】

特に図 3 のようにエジェクタ 90 を配置したものは配管 32 の曲がり部で気泡の合体が急速に進んだため、プロット B は、プロット C 及び D より総括物質移動係数  $KL a$  が小さかったと考えられる。また、プロット C とプロット D とは、図 4 に示される同じ構造の水処理装置であるが、エジェクタ 90 の出口径  $D_e$  が異なり、それぞれ配管径  $D_h$  の 0.1 倍、0.3 倍とされている。いずれの場合もエジェクタ 90 と配管型反応器 31 の間で流路が急激に拡大する箇所があり、このため気液の流動状態が乱れて、気泡の合体が進む。より出口径の小さいプロット C の方が総括物質移動係数  $KL a$  が低くなっているのは、この急拡大の度合いが大きいためと考えられる。

#### 【0027】

このような問題を解決するために、本発明者らは、図 1 に示された構造の水処理装置を考えた。図 2 のプロット E は、図 1 に示された構造の水処理装置 101 の実験結果である。プロット E に示した結果は、総括物質移動係数  $KL a$  も有機物分解率もプロット B～D の場合と比べて、はるかに大きくなった。これは、配管型反応器 1 に隣接して絞り部 20 を設ける構造にすることにより、絞り部 20 の下流の流路が滑らかになり、絞り部 20 で生成した径の小さい気泡を、合体させることなく、紫外線照射部 30 に送ることができ、気液界面積が大きく増加したためと考えられる。そして、図 1 に示された構造の水処理装置 101 において、2 分以下という極めて短時間に処理対象物質である有機物を高率に分解できるという効果を確認することができた。

#### 【0028】

なお、本実施の形態 1 では、紫外線照射手段 10 として、紫外線ランプ 2 を用いたものを示したが、LED や光ファイバを用いて紫外線を照射してもよく、同

様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0029】

また、本実施の形態1では、配管型反応器1として、円筒形、即ち断面が円形のものをを用いたが、断面が円形以外の形状でもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0030】

実施の形態2.

図5は本発明の水処理装置の実施の形態2の装置構成を説明する模式図である。図5において、本実施の形態の水処理装置102には、ランプジャケット3の上流側の端部に、コーン形障害物（以下、コーンとも言う）が取り付けられている。その他の構成は実施の形態1と同様である。

#### 【0031】

次に、動作について説明する。まず被処理水は、被処理水流入配管6を介して配管型反応器1に導入される。絞り部20では、オゾンガスが吸引され、被処理水中にオゾンガスの微細気泡が大量に生成する。このとき微細気泡は配管型反応器1の内壁とコーン15との間隙を流れ、紫外線ランプ2近傍に到達する。紫外線ランプ2近傍では、気泡から液相に移動した溶存オゾンと紫外線ランプ電源50から電線12を介して電圧を印加されて点灯された紫外線ランプ2によって照射された紫外線との反応により、酸化力の強いヒドロキシルラジカルが生成する。ヒドロキシルラジカルは被処理水中の処理対象物質を酸化分解し、浄化された処理水は処理水流出配管7より排出される。また、被処理水中に溶解しきれなかったオゾンガスすなわち排オゾンガスは排オゾンガス排出配管5を介して系外へ逃がされる。

#### 【0032】

以上のように、ランプジャケット3の底部にコーン15を設置したことにより、配管型反応器1の絞り部20で生成された径の小さい気泡を含む被処理水がランプジャケット3の底部に衝突して流動状態が乱れることにより気泡が合体して気泡径が大きくなることを防ぐことができるので、紫外線照射部において気液界面積がより大きい状態となる。すなわち、実施の形態1の効果に加えて、処理対

象物質の分解率がさらに高くなるという効果がある。

#### 【0033】

図6は、この効果を説明する図であり、図2に示した総括物質移動係数 $KL_a$ と、処理対象の有機物の分解率との関係を求めた実験結果に、コーン15を付けた場合の実験結果（図中、プロットFと表記）を付記したものである。実験に使用した水処理装置102は、図1の水処理装置101にコーン15を付けたものを使用した。コーン15はテーパ角度が15度のもの、すなわち、第1錐形部25と同じテーパ角度のものを使用した。図6に示したように、コーン15を付けることによって、実施の形態1で示した場合（プロットE）に比べて、総括物質移動係数 $KL_a$ はやや大きくなり、有機物分解率も95%以上に達した。

#### 【0034】

なお、本実施の形態2では、紫外線照射手段10として、紫外線ランプ2を用いたものを示したが、LEDや光ファイバを用いて紫外線を照射してもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0035】

また、本実施の形態2では、気泡の衝突を回避するための手段として、コーン15を用いたものを示したが、ランプジャケット3の底部をコーン15形に成型するなど、紫外線照射手段10の形状を工夫してもよく、本実施の形態で示したのと同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0036】

また、本実施の形態2では、配管型反応器1として、円筒形、即ち断面が円形のものを用いたが、断面が円形以外の形状でもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0037】

実施の形態3.

図7は本発明の水処理装置の実施の形態3の装置構成を説明する模式図である。図7において、本実施の形態の水処理装置103は、紫外線照射部30の上流側に、微細気泡発生装置17が設けられている。微細気泡発生装置17は、表面には図示しない微小なオゾンガス噴出口が形成されている。微細気泡発生装置1

7は、微細気泡発生装置電源55から電線13によって供給される電力によって駆動し、オゾン発生器40からオゾン配管8を介して供給されるオゾンガスをオゾンガス噴出口から噴出する。紫外線照射部30の上流側には、さらに被処理水が流入する被処理水流入配管16が接続されている。

その他の構成は実施の形態1と同様である。

#### 【0038】

次に、動作について説明する。まず被処理水は、被処理水流入配管16を介して配管型反応器1に導入される。また、オゾン発生器40で生成されたオゾンガスはオゾン配管8を介して微細気泡発生装置17に送られ、微細気泡発生装置17により生成された径の小さい気泡が、配管型反応器1に流入された被処理水中に分散される。微細気泡中のオゾンガスは液相に移動することにより溶存オゾンとなり、この溶存オゾンと、紫外線ランプ電源50から電線12を介して電圧を印加されて点灯された紫外線ランプ2によって照射された紫外線との反応により、酸化力の強いヒドロキシルラジカルが生成する。ヒドロキシルラジカルは被処理水中の処理対象物質を酸化分解し、浄化された処理水は処理水流出配管7より排出される。また、被処理水中に溶解しきれなかったオゾンガスすなわち排オゾンガスは排オゾンガス排出配管5を介して系外へ逃がされる。

#### 【0039】

このように、本実施の形態2に示した装置は、酸化剤混合手段として微細気泡発生装置17を用いているので、散気装置を用いてオゾンガスを吸収させる従来の装置に比べて、オゾンガス気泡の径を小さくすることができ、これにより気液界面積が増加するので、液相へのオゾン溶解を促進できる。すなわち、ヒドロキシルラジカルの生成を促進することにより、実施の形態1と同等の効果を奏する。

#### 【0040】

図8は、この効果を説明する図であり、図2に示した配管型反応器1内の総括物質移動係数 $KL a$ と、処理対象の有機物の分解率との関係を求めた実験結果に、酸化剤混合手段として絞り部の代わりに微細気泡発生装置を設けた場合の実験結果（図中、プロットGと表記）を付記したものである。図8に示したように、

微細気泡発生装置を用いた場合の総括物質移動係数  $K_L a$  および有機物分解率は、実施の形態 1 で示した場合（プロット E）とほぼ同じであり、微細気泡発生装置を用いた本実施の形態は、実施の形態 1 と同等の効果があるといえる。

#### 【0041】

なお、本実施の形態 3 では、紫外線照射手段 10 として、紫外線ランプ 2 を用いたものを示したが、LED や光ファイバを用いて紫外線を照射してもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0042】

また、本実施の形態 3 では、配管型反応器 1 として、円筒形、即ち断面が円形のものを用いたが、断面が円形以外の形状でもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0043】

実施の形態 4.

本実施の形態 4 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同じであるが、図 1 に示した水処理装置 101 の絞り部 20 の小径部（最小断面積部）23 から紫外線ランプジャケット 3 の絞り部 20 側端部までの距離を 50 cm 以下、さらに望ましくは 20 cm 以下としたものである。

#### 【0044】

図 9 に、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 の絞り部 20 の小径部（最小断面積部）23 から紫外線ランプジャケット 3 の絞り部 20 側端部までの距離  $D_1$  と、有機物分解率との関係を調べた実験結果を示す。なお、実験条件は、図 2 の実験条件として実施の形態 1 で説明したものと同一である。

#### 【0045】

図 9 に示したように、距離  $D_1$  が小さくなるほど有機物分解率は高くなった。これは、オゾンガスを混合してから、十分な強度の紫外線が照射されるまでの距離が短い方が、気泡の合体による気泡径の増大が進む前に微細気泡を紫外線ランプ 2 近傍に到達させることができるためである。すなわち、オゾン溶解速度の高い状態で、オゾンと紫外線との反応によるヒドロキシルラジカルの生成を促進できる。図 9 に示したように、距離  $D_1$  が 50 cm では有機物分解率は 90 %、2

0 cmでは975%以上となっており、有機物を高率に分解するためには、距離D1は50 cm以下、望ましくは20 cm以下とすればよいことがわかった。

#### 【0046】

以上のように、本実施の形態4では、実施の形態1の図1に示した水処理装置101の絞り部20の小径部（最小断面積部）23から紫外線ランプジャケット3の絞り部20側端部までの距離を0.001 cm以上、50 cm以下、さらに望ましくは20 cm以下とするので、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0047】

実施の形態5.

本実施の形態5として説明する水処理装置は、実施の形態1と装置構成は同じであるが、図1に示した水処理装置101の絞り部20の小径部（最小断面積部）23から紫外線強度が100 W/cm<sup>2</sup>以上となる領域までの距離を50 cm以下、さらに望ましくは20 cm以下としたものである。

#### 【0048】

図10に、実施の形態1の図1に示した水処理装置101の絞り部20の小径部（最小断面積部）23から紫外線強度が100 W/cm<sup>2</sup>以上となる領域までの距離D2と、有機物分解率との関係を調べた実験結果を示す。なお、実験条件は、図2の実験条件として実施の形態1で説明したものと同一である。

#### 【0049】

図10に示したように、距離D2が小さくなるほど有機物分解率は高くなった。これは、オゾンガスを混合してから十分な強度の紫外線が照射されるまでの距離が短い方が、気泡の合体による気泡径の増大が進む前に微細気泡を紫外線ランプ近傍に到達させることができるためである。すなわち、オゾン溶解速度の高い状態で、オゾンと紫外線との反応によるヒドロキシルラジカルの生成を促進できる。図10に示したように、距離D2が50 cmでは有機物分解率は90%、20 cmでは95%以上となっており、有機物を高率に分解するためには、距離D2は50 cm以下、望ましくは20 cm以下とすればよいことがわかった。

#### 【0050】



以上のように、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 の絞り部 20 の小径部（最小断面積部）23 から紫外線強度が  $100\text{ W/cm}^2$  以上となる領域までの距離を  $0.001\text{ cm}$  以上、 $50\text{ cm}$  以下、さらに望ましくは  $20\text{ cm}$  以下とするので、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0051】

実施の形態 6.

図 11 は本発明の水処理装置の実施の形態 11 の装置構成を説明する模式図である。図 11 において、本実施の形態の水処理装置 104 は、紫外線照射部 30 を通過後の処理水を絞り部 20 の小径部（最小断面積部）23 の上流に戻す循環流路をさらに設けたものである。循環流路は、処理水流出配管 7 から枝分かれした配管 18a と、被処理水流入配管 16 に接続する配管 18b と、配管 18a 及び配管 18b の間に設けられたポンプ 19 を有している。

その他の構成は実施の形態 1 と同様である。

#### 【0052】

次に、動作について説明する。まず被処理水は、被処理水流入配管 6 を介して配管型反応器 1 に導入される。絞り部 20 では、オゾンガスが吸引され、被処理水中にオゾンガスの微細気泡が大量に生成する。微細気泡中のオゾンガスは液相に移動することにより溶存オゾンとなり、この溶存オゾンと、紫外線ランプ電源 50 から電線 12 を介して電圧を印加されて点灯された紫外線ランプ 2 によって照射された紫外線との反応により、酸化力の強いヒドロキシルラジカルが生成する。ヒドロキシルラジカルは被処理水中の処理対象物質を酸化分解し、浄化された処理水は処理水流出配管 7 より排出されるが、その一部はポンプ 19 により配管 18a 及び配管 18b を介して絞り部 20 の直前に戻される。これにより、絞り部 20 を通過する液体の流量が増加するので、酸化剤吸引口 22 からオゾンガスを吸引・混合する力がより大きくなる。すなわち、より強力な気液混合によりオゾンガスの気泡径が小さくなるので、液相へのオゾン溶解を促進できる。よって、実施の形態 1 の効果に加えて、処理対象物質の分解率がさらに高くなるという効果がある。

#### 【0053】

図12は、この効果を説明する図であり、図2に示した配管型反応器内の総括物質移動係数 $KL a$ と、処理対象の有機物の分解率との関係を求めた実験結果に、循環流量 $6\text{ L/min}$ で本実施の形態6で説明したような流出水を引き抜いて絞り部の上流へ戻す循環を行った場合の実験結果（図中、プロットHと表記）を付記したものである。図10に示したように、循環を行うことによって、実施の形態1で示した場合（プロットE）に比べて、総括物質移動係数 $KL a$ は大きくなり、有機物分解率も95%以上に達した。

#### 【0054】

なお、発明者らの実験では、循環流量は被処理水流量の50%以上、望ましくは100%以上とすることにより、絞り部20でのオゾンガス吸引力の増大が顕著となることが確認された。

#### 【0055】

なお、本実施の形態6では、紫外線照射手段10として、紫外線ランプ2を用いたものを示したが、LEDや光ファイバを用いて紫外線を照射してもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0056】

また、本実施の形態6では、配管型反応器1として、円筒形、即ち断面が円形のものを用いたが、断面が円形以外の形状でもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0057】

また、本実施の形態6では、処理水流出配管7から流出する被処理水の一部を引き抜いた例について示したが、配管型反応器1から直接、被処理水を引き抜いてもよく、ほぼ同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0058】

また、本実施の形態6では、引き抜いた被処理水を絞り部20の直前に戻した例について示したが、絞り部20の上流であれば、どこに戻してもよく、同様の効果があることが他の実験にて実証されている。

#### 【0059】

実施の形態7.

本実施の形態 7 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同じであるが、図 1 に示した水処理装置 101 の紫外線照射部 30 の配管型反応器 1 の内壁面 1a に照射される紫外線の紫外線強度である内壁面紫外線強度が  $30\text{ W/m}^2$  以上、望ましくは  $100\text{ W/m}^2$  以上となるように、配管型反応器 1 の径を定めたものである。

#### 【0060】

図 13 に、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の配管径をパラメータとして、被処理水の配管型反応器内滞留時間を 5 分、被処理水の TOC 濃度を  $10\text{ mg/L}$ 、 $\text{G/L}$ （オゾンガス流量と被処理水流量の比）を 0.5、オゾンガス濃度を  $200\text{ g/m}^3$ （N）、紫外線ランプ出力を  $110\text{ W}$  として水処理を行い、壁面での紫外線強度  $I_h$  と、有機物分解率との関係を調べた実験結果を示す。図 13 に示したように、 $I_h$  が大きくなるほど有機物分解率は高くなり、 $I_h$  が  $30\text{ W/m}^2$  以下では有機物分解率は非常に低いことが分かった。図 13 から、有機物を高率に分解するためには、 $I_h$  は  $30\text{ W/m}^2$  以上、望ましくは  $100\text{ W/m}^2$  以上とすればよいことがわかった。

#### 【0061】

以上のように、本実施の形態 7 では、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 の紫外線照射部 30 の配管型反応器 1 の内壁面 1a に照射される紫外線の紫外線強度である内壁面紫外線強度が  $30\text{ W/m}^2$  以上、望ましくは  $100\text{ W/m}^2$  以上、 $10000\text{ W/m}^2$  以下となるように、配管型反応器 1 の径を定めるので、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0062】

実施の形態 8.

本実施の形態 8 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同じであるが、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 の紫外線照射部 30 の配管型反応器 1 の内壁面 1a に照射される紫外線の紫外線強度である内壁面紫外線強度が、紫外線照射手段 10 の紫外線照射面 3a での紫外線強度の 10% 以上、望ましくは 30% 以上となるように、配管型反応器 1 の径を定めたものである。

。

## 【0063】

図14に、実施の形態1の図1に示した配管型反応器1の配管径をパラメータとして、被処理水の配管型反応器内滞留時間を5分、被処理水のTOC濃度を10mg/L、G/L（オゾンガス流量と被処理水流量の比）を0.5、オゾンガス濃度を200g/m<sup>3</sup>（N）、紫外線ランプ出力を110W、40W、10Wとして水処理を行い、壁面での紫外線強度とランプジャケット表面での紫外線強度との比率R<sub>i</sub>と、有機物分解率との関係を調べた実験結果を示す。図14に示したように、紫外線ランプ出力に拘らず、R<sub>i</sub>が大きくなるほど有機物分解率は高くなり、R<sub>i</sub>が10%以下では有機物分解率は非常に低いことが分かった。図14から、有機物を高率に分解するためには、R<sub>i</sub>は10%以上、望ましくは30%以上とすればよいことがわかった。

## 【0064】

以上のように、本実施の形態8では、実施の形態1と装置構成は同じであるが、実施の形態1の図1に示した水処理装置101の紫外線照射部30の配管型反応器1の内壁面1aに照射される紫外線の紫外線強度である内壁面紫外線強度が、紫外線照射手段10の紫外線照射面3aでの紫外線強度の10%以上、望ましくは30%以上、100%以下となるように、配管型反応器1の径を定めるので、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

## 【0065】

実施の形態9.

本実施の形態9として説明する水処理装置は、実施の形態1と装置構成は同じであるが、図1に示した水処理装置101の配管型反応器1の配管径を2cm以上4cm以下、望ましくは2cm以上3cm以下としたものである。図15に、実施の形態1の図1に示した水処理装置101において、被処理水のTOC濃度を10mg/L、G/L（オゾンガス流量と被処理水流量の比）を0.5、オゾンガス濃度を200g/m<sup>3</sup>（N）または50g/m<sup>3</sup>（N）、紫外線ランプ出力を110Wとしたときの、配管型反応器1の配管径と被処理水単位体積当りの紫外線吸収量との関係を調べた実験結果を示す。図15に示したように、オゾンガス濃度が200g/m<sup>3</sup>（N）の場合には、被処理水単位体積当りの紫外線吸

収量は、配管型反応器の配管径が 2. 5 c m のときに最大となった。一方、オゾンガス濃度が  $50 \text{ g/m}^3$  (N) の場合には、配管径が 4. 5 c m のときに紫外線吸収量が最大となった。

#### 【0066】

単位体積当りの紫外線吸収量がこのようにある配管径で最大値をとるのは、配管径が小さすぎると紫外線を吸収しきれないため照射された紫外線が無駄になり、逆に配管径が大きすぎると、被処理水に溶存したオゾン、およびオゾンと紫外線との反応系の中で必ず副生成物として生成される過酸化水素などによる紫外線吸収のため、紫外線ランプ 2 から離れた領域に紫外線が十分に届かなくなるためである。また、オゾンガス濃度が高いほど、被処理水単位体積当りの紫外線吸収量が最大となる配管径が小さくなるのは、オゾンガス濃度が高いほど被処理水に溶存したオゾンの濃度および副生成物である過酸化水素の濃度が高くなって、紫外線の吸収がより進むからである。

#### 【0067】

以上の結果から、オゾンと紫外線を組み合わせた水処理装置において、照射した紫外線を有効に使うためには配管径をどの程度の大きさにすればよいのか、即ち、紫外線照射の有効な範囲はどこまでなのか、というこれまで全く知られていなかった知見を得ることができ、オゾンガス濃度が  $200 \text{ g/m}^3$  (N) 程度の高濃度である場合には、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器の配管径は 2 c m 以上 4 c m 以下、望ましくは 2 c m 以上 3 c m 以下にすればよいことが分かった。

#### 【0068】

以上のように、本実施の形態 9 では、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の配管径を 2 c m 以上 4 c m 以下、望ましくは 2 c m 以上 3 c m 以下としたので、照射した紫外線を有効に利用でき、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0069】

実施の形態 10.

本実施の形態 10 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同

じであるが、図 1 に示した水処理装置 101 の紫外線照射部 10 の内壁面 1a と紫外線照射手段 10 の紫外線照射面 3a との距離を 5 mm 以上 25 mm 以下、望ましくは 5 mm 以上 15 mm 以下としたものである。

#### 【0070】

図 16 に、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 において、被処理水の TOC 濃度を  $10 \text{ mg/L}$ 、 $G/L$ （オゾンガス流量と被処理水流量の比）を 0.5、オゾンガス濃度を  $200 \text{ g/m}^3$ （N）または  $50 \text{ g/m}^3$ （N）、紫外線ランプ出力を 110 W としたときの、配管型反応器 1 の内壁面 1a から紫外線照射手段 10 における紫外線照射面 3a までの距離 D と被処理水単位体積当りの紫外線吸収量との関係を調べた実験結果を示す。図 16 に示したように、オゾンガス濃度が  $200 \text{ g/m}^3$ （N）の場合には、被処理水単位体積当りの紫外線吸収量は、D が 10 mm のときに最大となった。一方、オゾンガス濃度が  $50 \text{ g/m}^3$ （N）の場合には、D が 30 mm のときに紫外線吸収量が最大となった。単位体積当りの紫外線吸収量がこのようにある配管径で最大値をとる理由およびオゾンガス濃度が高いほど被処理水単位体積当りの紫外線吸収量が最大となる配管径が小さくなる理由は、実施の形態 13 で説明した通りである。

#### 【0071】

以上の結果から、オゾンガス濃度が  $200 \text{ g/m}^3$ （N）程度の高濃度である場合には、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の内壁面 1a から紫外線照射手段 10 における紫外線照射面 3a までの距離は 5 mm 以上 25 mm 以下、望ましくは 5 mm 以上 15 mm 以下にすればよいことが分かった。

#### 【0072】

以上のように、本実施の形態 10 は、実施の形態 1 の図 1 に示した紫外線照射部 10 の内壁面 1a と紫外線照射手段 10 の紫外線照射面 3a との距離を 5 mm 以上 25 mm 以下、望ましくは 5 mm 以上 15 mm 以下としたので、照射した紫外線を有効に利用でき、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0073】

実施の形態 11.

本実施の形態 11 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同

じであるが、図 1 に示した配管型反応器 1 の水力直径を 10 mm 以上 50 mm 以下、望ましくは 10 mm 以上 30 mm 以下としたものである。

#### 【0074】

図 17 に、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 において、被処理水の TOC 濃度を  $10 \text{ mg/L}$ 、 $G/L$ （オゾンガス流量と被処理水流量の比）を 0.5、オゾンガス濃度を  $200 \text{ g/m}^3$ （N）または  $50 \text{ g/m}^3$ （N）、紫外線ランプ出力を 110 W としたときの、配管型反応器 1 の水力直径  $D_4$  と被処理水単位体積当りの紫外線吸収量との関係を調べた実験結果を示す。図 17 に示したように、オゾンガス濃度が  $200 \text{ g/m}^3$ （N）の場合には、被処理水単位体積当りの紫外線吸収量は、 $D_4$  が 20 mm のときに最大となった。一方、オゾンガス濃度が  $50 \text{ g/m}^3$ （N）の場合には、 $D_4$  が 60 mm のときに紫外線吸収量が最大となった。単位体積当りの紫外線吸収量がこのようにある配管径で最大値をとる理由およびオゾンガス濃度が高いほど被処理水単位体積当りの紫外線吸収量が最大となる配管径が小さくなる理由は、実施の形態 13 で説明した通りである。

#### 【0075】

以上の結果から、オゾンガス濃度が  $200 \text{ g/m}^3$ （N）程度の高濃度である場合には、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の水力直径は 10 mm 以上 50 mm 以下、望ましくは 10 mm 以上 30 mm 以下にすればよいことが分かった。

#### 【0076】

以上のように、本実施の形態 11 は、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の水力直径を 10 mm 以上 50 mm 以下、望ましくは 10 mm 以上 30 mm 以下としたので、照射した紫外線を有効に利用でき、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

#### 【0077】

実施の形態 12.

本実施の形態 12 として説明する水処理装置は、実施の形態 1 と装置構成は同じであるが、図 1 に示した配管型反応器 1 の内壁面 1a からランプジャケット 3

の表面までの距離  $D$  [m] と  $1000 e \{ 2.3 (290 h [O_3 G] + 320 [O_3 L] + 1.86 [H_2O_2]) \} / 100 / \{ 2.3 (290 h [O_3 G] + 320 [O_3 L] + 1.86 [H_2O_2]) \}^{1.5}$  [式 1] (ただし、前記式 1 中の  $h$  はガスホールドアップ、 $[O_3 G]$  は気相オゾン濃度  $g/m^3$  (N)、 $[O_3 L]$  は液相オゾン濃度  $mg/L$  (N)、 $[H_2O_2]$  は過酸化水素濃度  $mg/L$  (N) である) との積が 0.01 以上 0.1 以下、望ましくは 0.03 以上 0.07 以下としたものである。

### 【0078】

図 18 に、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 において、本発明者が紫外線を吸収するオゾンや過酸化水素の濃度とガスホールドアップで代表される被処理水の気液混合度合いを合わせて整理できるように独自に考案した指標である  $E = 1000 e \{ 2.3 (290 h [O_3 G] + 320 [O_3 L] + 1.86 [H_2O_2]) \} / 100 / \{ 2.3 (290 h [O_3 G] + 320 [O_3 L] + 1.86 [H_2O_2]) \}^{1.5}$  [式 1] (ただし、前記式 1 中の  $h$  はガスホールドアップ、 $[O_3 G]$  は気相オゾン濃度  $g/m^3$  (N)、 $[O_3 L]$  は液相オゾン濃度  $mg/L$  (N)、 $[H_2O_2]$  は過酸化水素濃度  $mg/L$  (N) である) と被処理水単位体積当りの紫外線吸収量との関係を調べた実験結果を示す。なお、実験は、被処理水の TOC 濃度を  $10 mg/L$ 、 $G/L$  (オゾンガス流量と被処理水流量の比) を 0.5、オゾンガス濃度を  $200 g/m^3$  (N) または  $50 g/m^3$  (N)、紫外線ランプ出力を  $110 W$  とした条件で行った。図 18 に示したように、オゾンガス濃度が  $200 g/m^3$  (N) の場合には、被処理水単位体積当りの紫外線吸収量は、 $E$  が 0.05 のときに最大となった。一方、オゾンガス濃度が  $50 g/m^3$  (N) の場合には、 $E$  が 0.25 のときに紫外線吸収量が最大となった。以上の結果から、オゾンガス濃度が  $200 g/m^3$  (N) 程度の高濃度である場合には、 $E$  は 0.03 以上 0.07 以下、望ましくは 0.01 以上 0.1 以下にすればよいことが分かった。

### 【0079】

以上のように、本実施の形態 12 は、実施の形態 1 の図 1 に示した配管型反応器 1 の内壁面 1a からランプジャケット 3 の表面までの距離  $D$  [m] と  $1000 e$



$\{2.3(290h[O_3G] + 320[O_3L] + 1.86[H_2O_2])\} / 100 / \{2.3(290h[O_3G] + 320[O_3L] + 1.86[H_2O_2])\} \times 1.5$  [式1] (ただし、前記式1中のhはガスホールドアップ、 $[O_3G]$ は気相オゾン濃度  $g/m^3$  (N)、 $[O_3L]$ は液相オゾン濃度  $mg/L$  (N)、 $[H_2O_2]$ は過酸化水素濃度  $mg/L$  (N)である)との積を0.03以上0.07以下、望ましくは0.01以上0.1以下としたので、照射した紫外線を有効に利用でき、処理対象有機物の分解率が高くなるという効果がある。

### 【0080】

実施の形態13.

本実施の形態13として説明する水処理装置は、実施の形態1と装置構成は同じであるが、図1に示したオゾン発生器40により供給するオゾンガスの濃度を  $100 g/m^3$  (N) 以上、望ましくは  $150 g/m^3$  (N) としたものである。

### 【0081】

図19に、実施の形態1の図1に示した水処理装置101において、被処理水のTOC濃度を  $10 mg/L$ 、 $G/L$  (オゾンガス流量と被処理水流量の比)を0.5、紫外線ランプ出力を110Wとしたときの、オゾンガス濃度と有機物分解率との関係を調べた実験結果を示す。図19に示したように、オゾンガス濃度が高くなるほど有機物分解率は増加し、 $100 g/m^3$  (N) では分解率80%に達した。図19に示した実験結果から、実施の状態1-1の図1で示した装置の運転条件としてはオゾンガス濃度を  $100 g/m^3$  (N) 以上、望ましくは  $150 g/m^3$  (N) 以上とすればよいことが分かった。

### 【0082】

また、図20は、図19に示した実験結果から単位有機物除去量当たりのオゾン消費量 ( $\Delta O_3 / \Delta TOC$ ) を求めて、オゾンガス濃度との関係を示したものである。グラフの縦軸は、オゾンガス濃度が  $100 g/m^3$  (N) のときの  $\Delta O_3 / \Delta TOC$  を1として、規準化してある。

### 【0083】

このように、オゾンガス濃度が高くなるほど、 $\Delta O_3 / \Delta TOC$  が小さくなり

効率よく処理が行えることが分かった。これは、被処理水に溶解するオゾン量が多いほど、副生成物である過酸化水素とオゾンとの反応が進み、有機物を分解するヒドロキシルラジカルの生成が促進されるためである。また逆に、溶解するオゾン量が少ないと、溶存オゾンから過酸化水素が生成する反応のみが優勢となり、肝心のヒドロキシルラジカルの生成が進まない。このことは従来は知られておらず、処理による過酸化水素の蓄積を実証し、それに着目した本発明者らのみが発見できた知見である。さらに、図 20 から示した結果から、前述したオゾン濃度の範囲、即ち、 $100\text{ g/m}^3$  (N) 以上、望ましくは  $150\text{ g/m}^3$  (N) 以上で処理を行えば、 $\Delta\text{O}_3/\Delta\text{TOC}$  が小さく高効率な処理が行えることが分かった。

#### 【0084】

以上のように、本実施の形態 13 は、実施の形態 1 の図 1 に示した水処理装置 101 において、オゾン発生器 40 により発生させるオゾンガスの濃度を  $100\text{ g/m}^3$  (N) 以上、望ましくは  $150\text{ g/m}^3$  (N) 以上、 $1000\text{ g/m}^3$  (N) 以下としたので、処理対象有機物の分解率が高くなり、オゾン消費量も少なくなって高効率な処理が行えるという効果がある。

#### 【0085】

以上のように、この発明によれば、被処理水を流通させる配管の上流に酸化剤を混合させるための酸化剤混合手段を設け、その下流に紫外線を照射するための紫外線照射手段を設けるようにしたので、被処理水に溶解したオゾンと紫外線との反応により酸化力の強いヒドロキシルラジカルが発生し、処理対象物質が酸化分解できるという効果がある。

#### 【0086】

さらに、この発明によれば、配管型反応器の絞り部からオゾンガスを強力に吸引・混合させる構成であるので、散気装置を用いてオゾンガスを吸収させる従来の装置に比べて、オゾンガスの気泡径を小さくすることができ、これにより気液界面積が増加するので、液相へのオゾン溶解を促進できる。すなわち、ヒドロキシルラジカルの生成を促進することにより、処理対象物質を高速かつ高率に分解できるという効果がある。

**【0087】**

さらに、この発明によれば、配管型反応器に設けられた絞り部の下流の流路は急拡大などがなく滑らかであるため、気泡の合体による気泡径の増大を抑制して気泡径の小さい状態を持続することができ、その結果、気液界面積が増加するので、液相へのオゾン溶解を促進できる。すなわち、ヒドロキシルラジカルの生成を促進することにより、処理対象物質を高速かつ高率に分解できるという効果がある。

**【0088】****【発明の効果】**

この発明に係る水処理装置は、長尺の管状を成し、軸線に沿って延びる紫外線照射手段を収納し、内周面と紫外線照射手段との空間に被処理水を流通させる紫外線照射部と、紫外線照射部の上流に隣接して設けられ、被処理水に酸化剤を混合させる酸化剤混合部とを有し、紫外線照射手段は、酸化剤が混合された被処理水に紫外線を照射して被処理水中の処理対象物質を分解する。酸化剤を高速かつ高率に被処理水中に溶解することができ、処理対象物質を高い分解率で処理できる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】 本発明の水処理装置の実施の形態 1 の装置構成を説明する模式図である。

【図 2】 実施の形態 1 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 3】 配管型反応器に曲がり部を有する配管及び異径配管接続継手を介してエジェクタを接続した水処理装置の装置構成を説明する模式図である。

【図 4】 配管型反応器に異径配管接続継手を介してエジェクタを接続した水処理装置の装置構成を説明する模式図である。

【図 5】 本発明の水処理装置の実施の形態 2 の装置構成を説明する模式図である。

【図 6】 実施の形態 2 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 7】 本発明の水処理装置の実施の形態 3 の装置構成を説明する模式図である。

【図 8】 実施の形態 3 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 9】 実施の形態 4 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 0】 実施の形態 5 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 1】 本発明の水処理装置の実施の形態 6 の装置構成を説明する模式図である。

【図 1 2】 実施の形態 6 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 3】 実施の形態 7 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 4】 実施の形態 8 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 5】 実施の形態 9 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 6】 実施の形態 1 0 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 7】 実施の形態 1 1 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 8】 実施の形態 1 2 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【図 1 9】 実施の形態 1 3 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

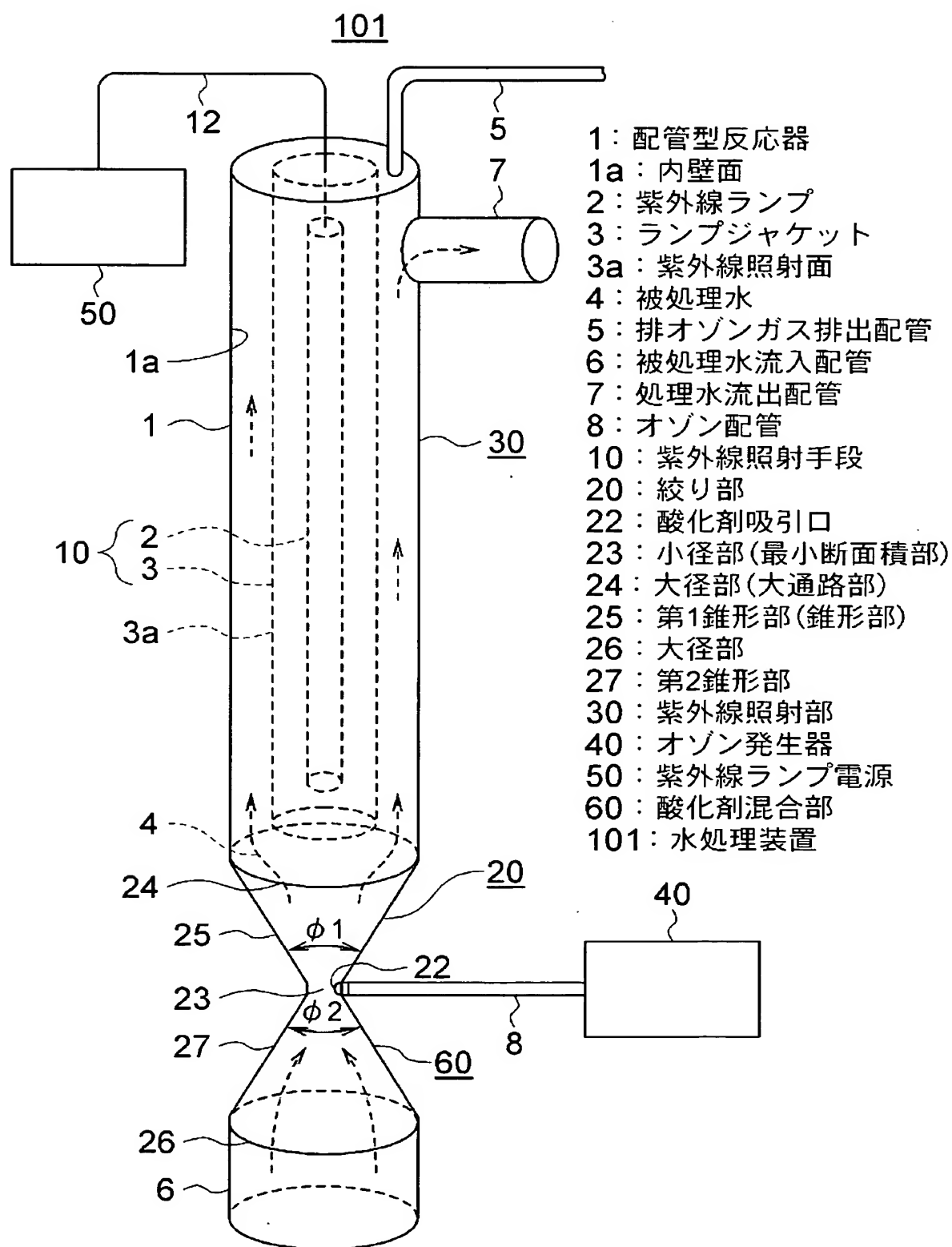
【図 2 0】 実施の形態 1 3 の水処理装置の効果を説明する特性図である。

【符号の説明】

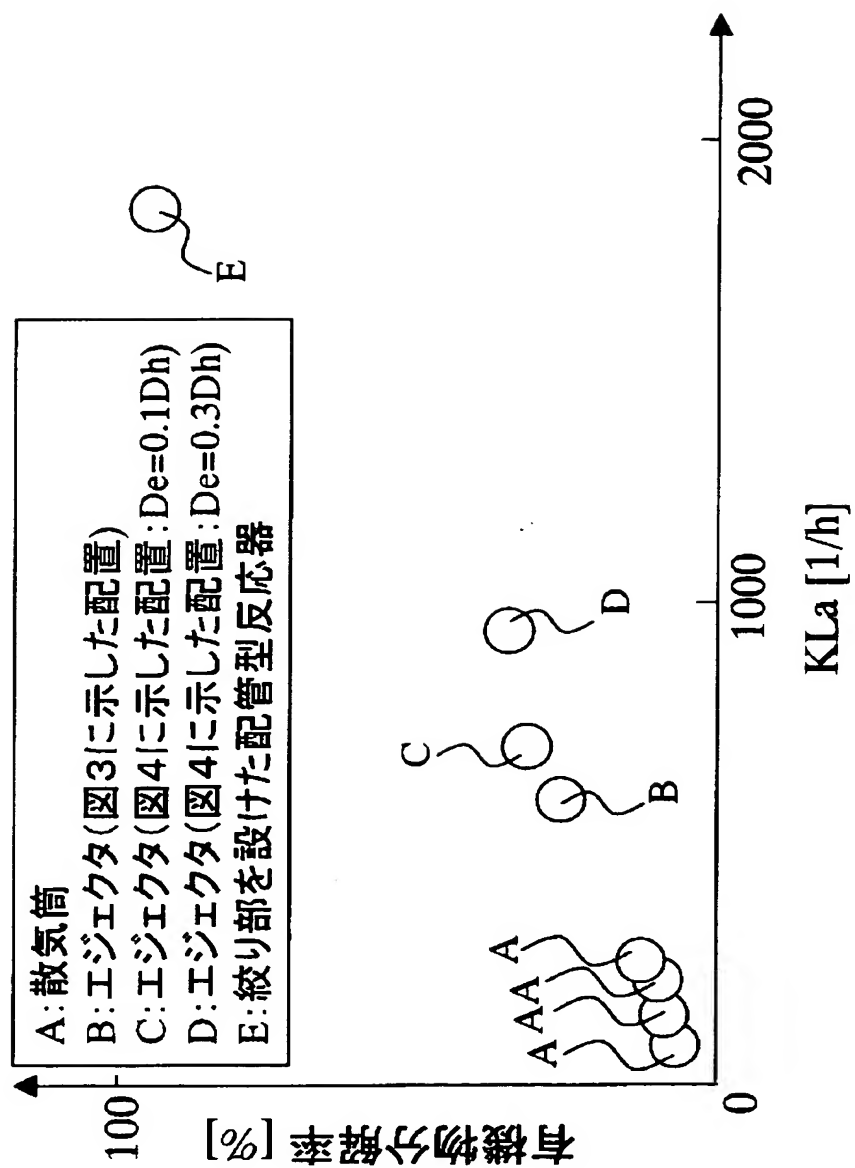
1 配管型反応器、1 a 内壁面、2 紫外線ランプ、3 ランプジャケット、3 a 紫外線照射面、4 被処理水、5 排オゾンガス排出配管、6 被処理水流入配管、7 処理水流出配管、8 オゾン配管、1 0 紫外線照射手段、1 5 コーン形障害物（コーン）、1 7 微細気泡発生装置、1 9 ポンプ、2 0 絞り部、2 2 酸化剤吸引口、2 3 小径部（最小断面積部）、2 4 大径部（大通路部）、2 5 第 1 錐形部（錐形部）、2 6 大径部、2 7 第 2 錐形部、3 0 紫外線照射部、4 0 オゾン発生器、5 0 紫外線ランプ電源、6 0 酸化剤混合部、1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4 水処理装置。

【書類名】 図面

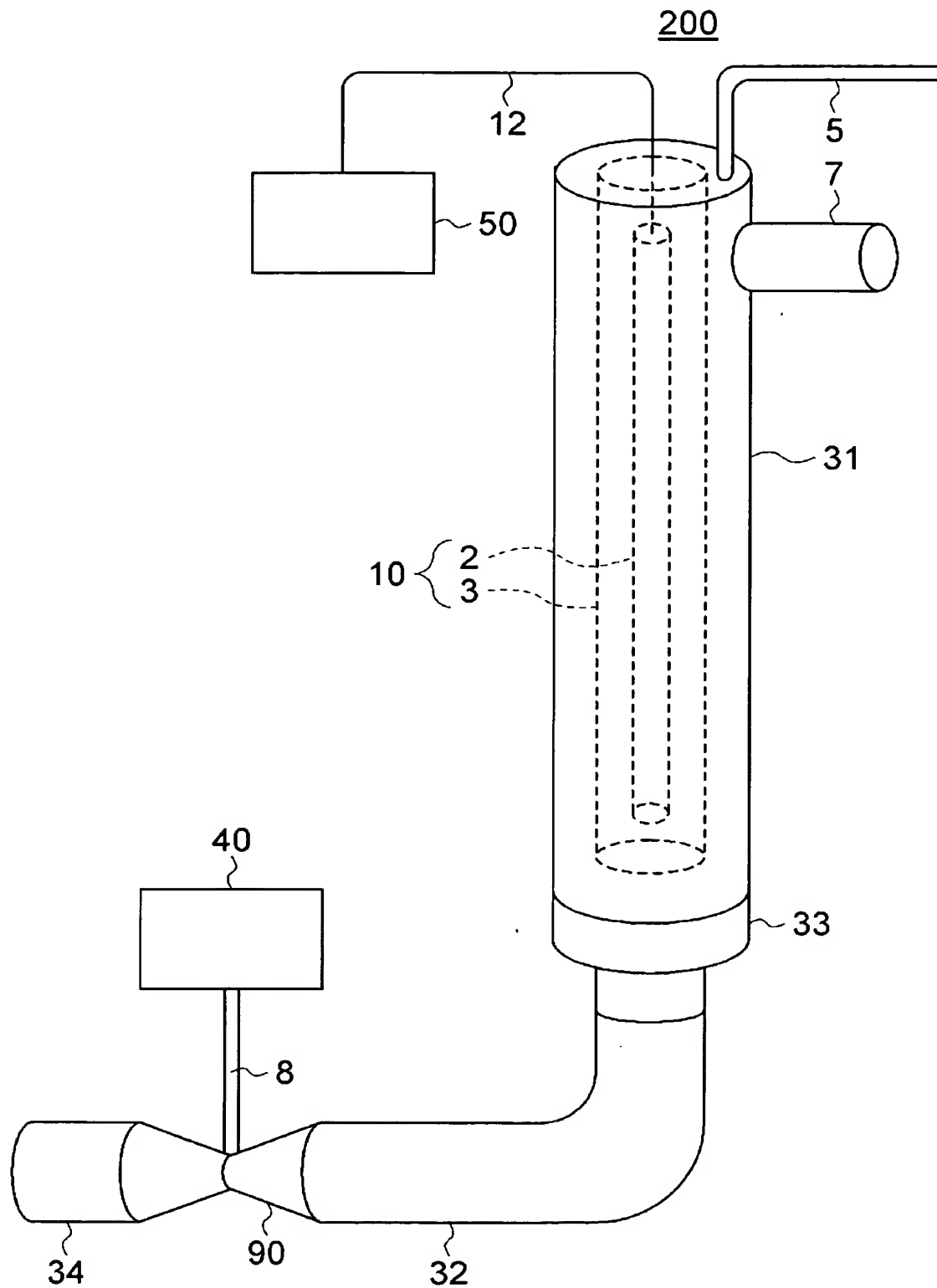
【図 1】



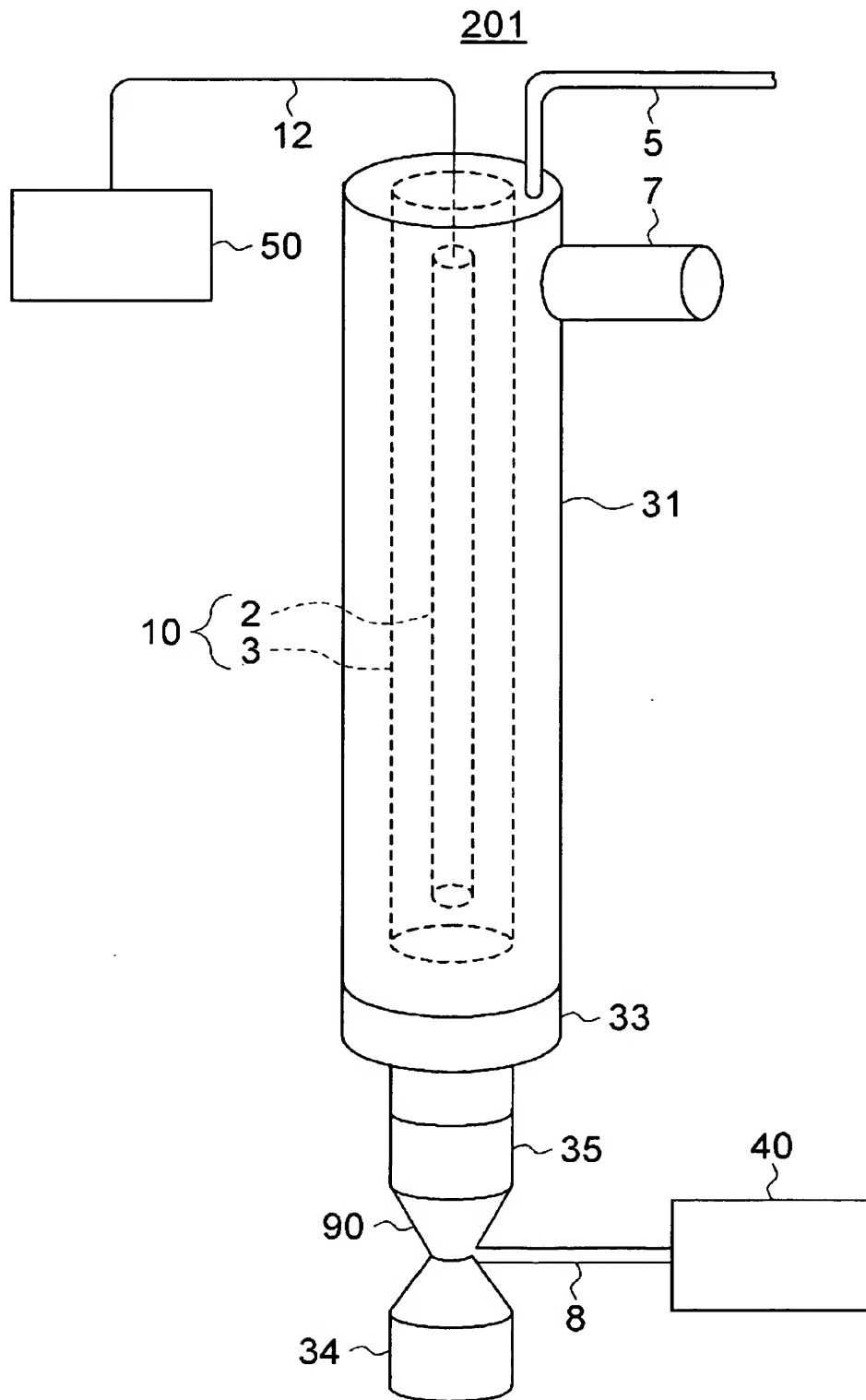
【図 2】



【図 3】

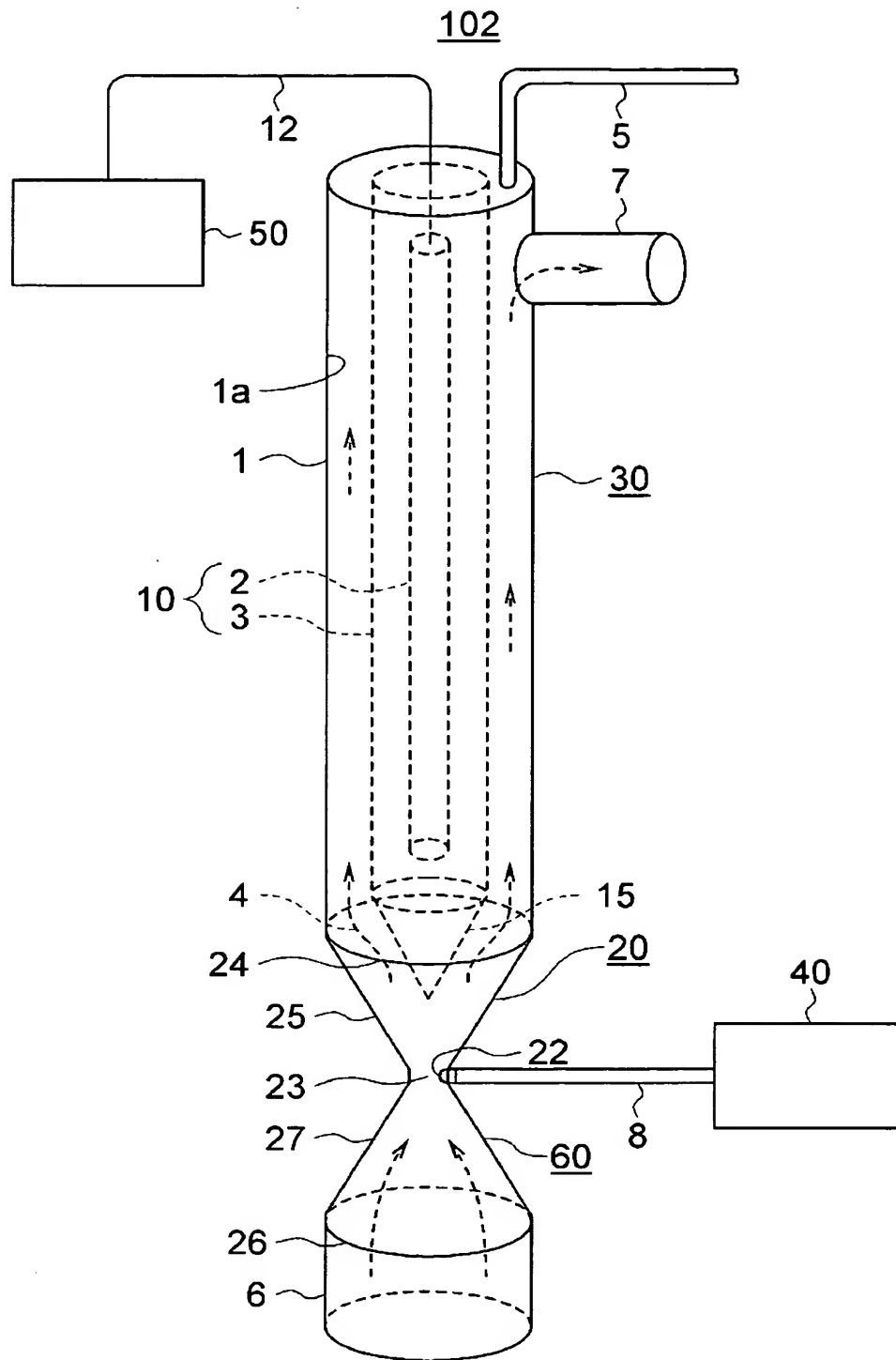


【図 4】



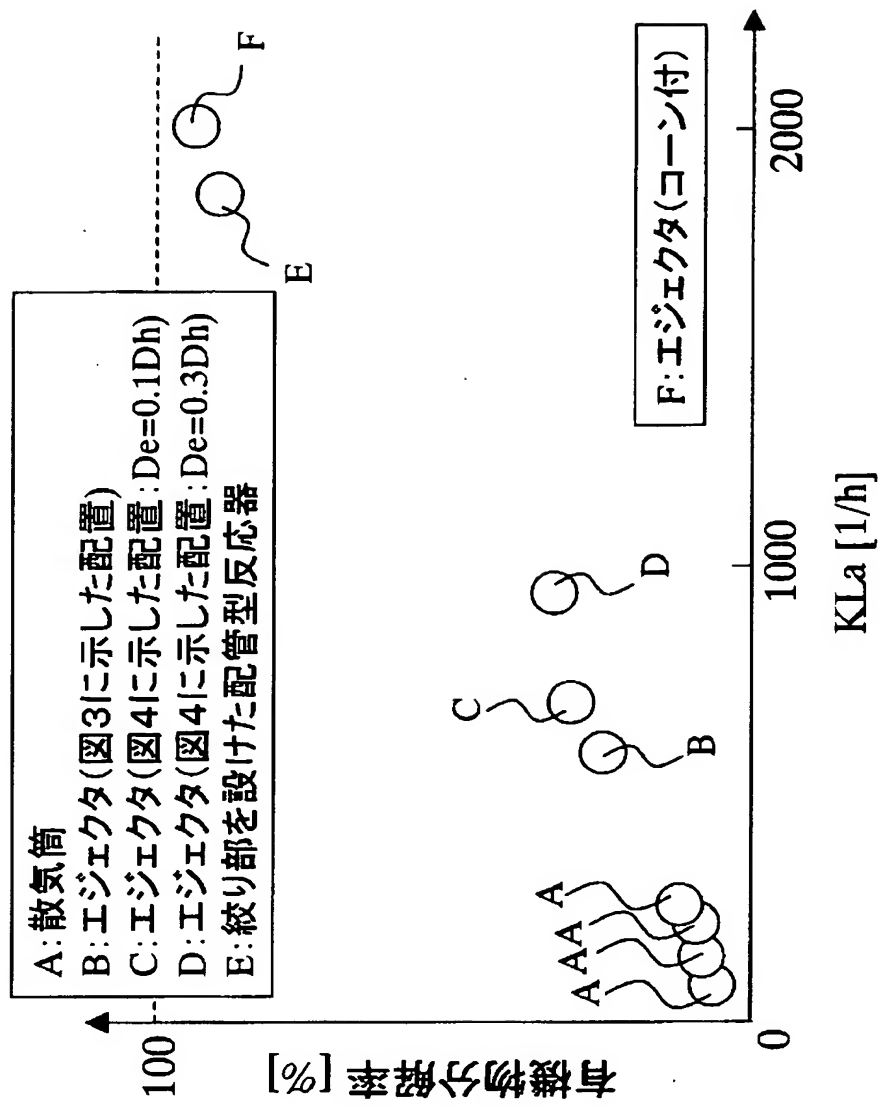


【図 5】

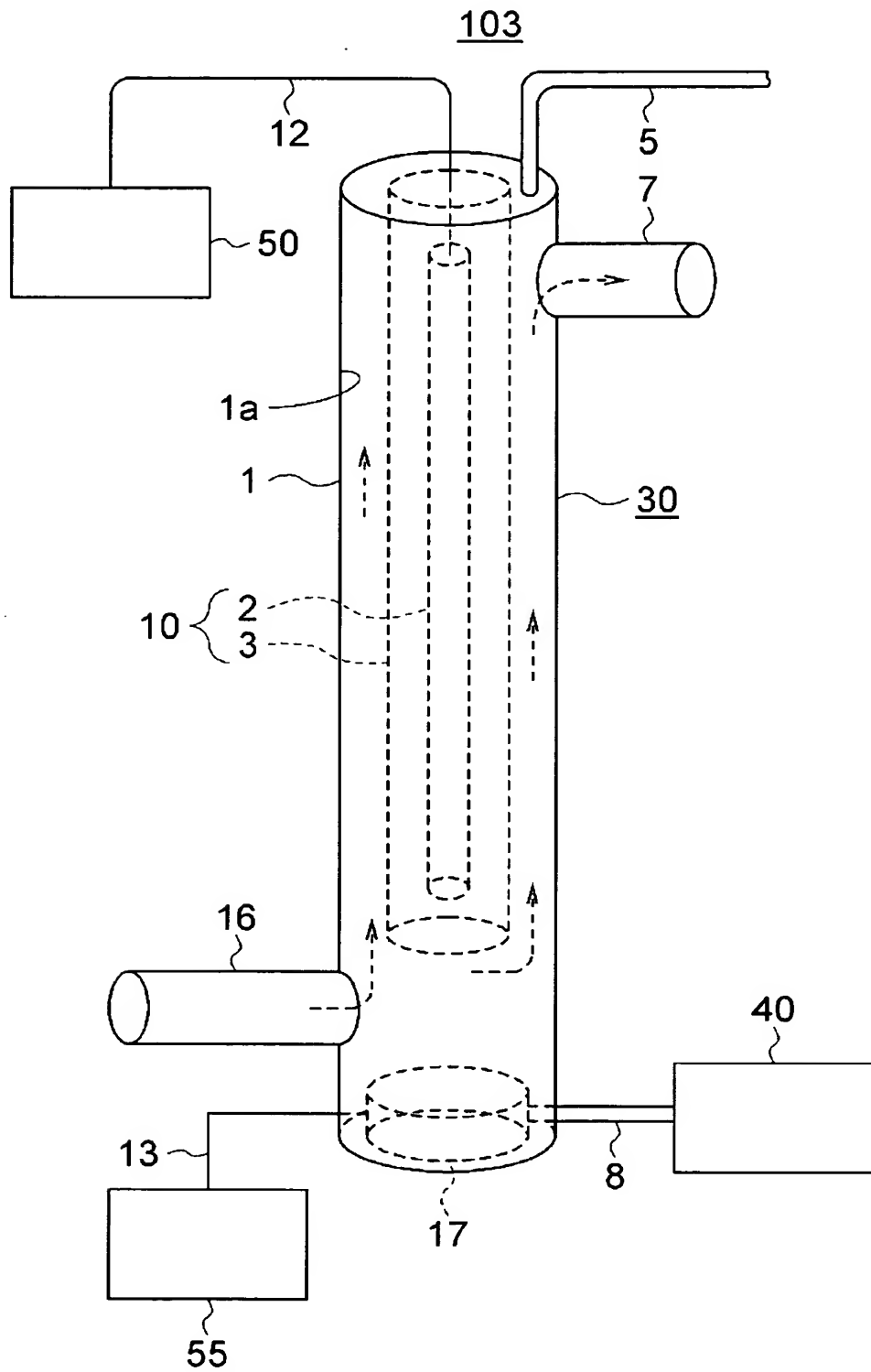


15：コーン形障害物(コーン)  
102：水処理装置

【図 6】

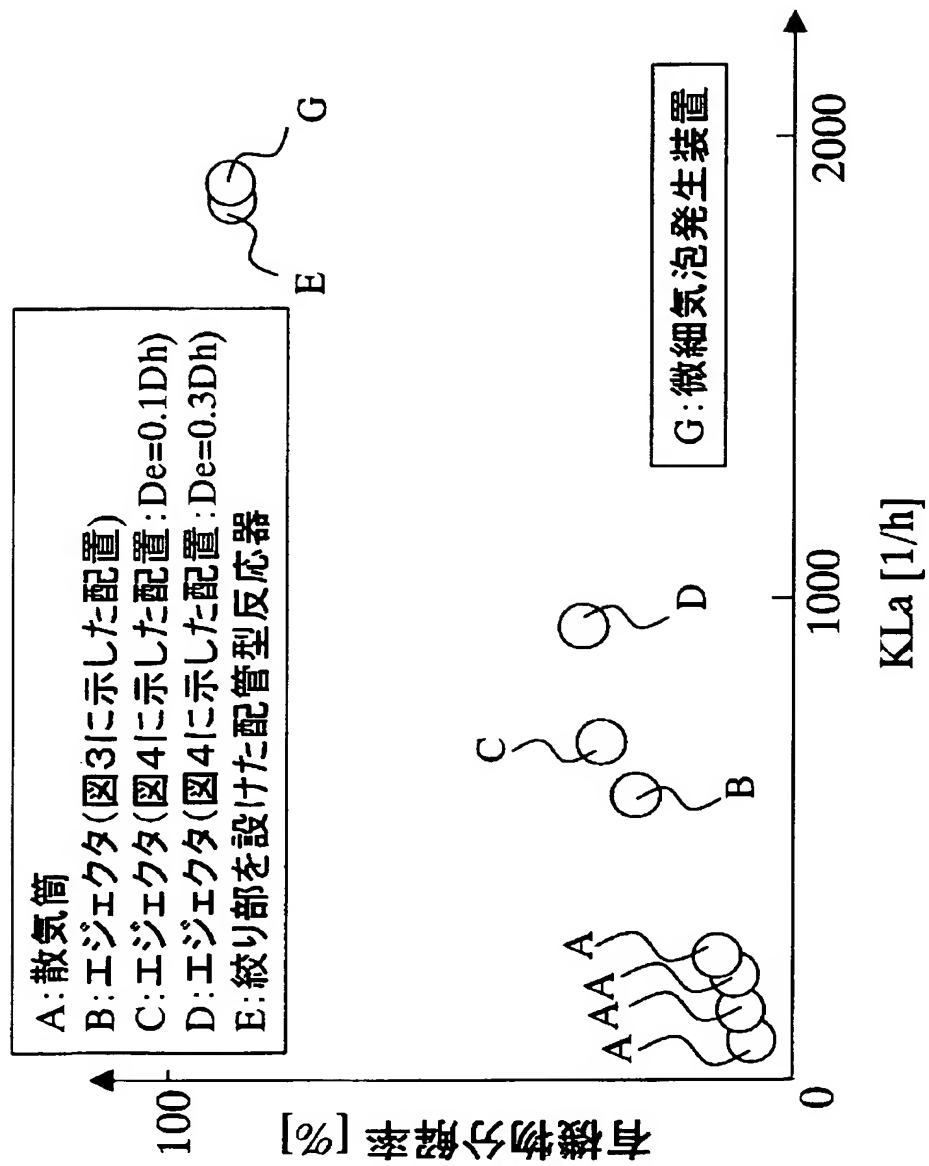


【図 7】

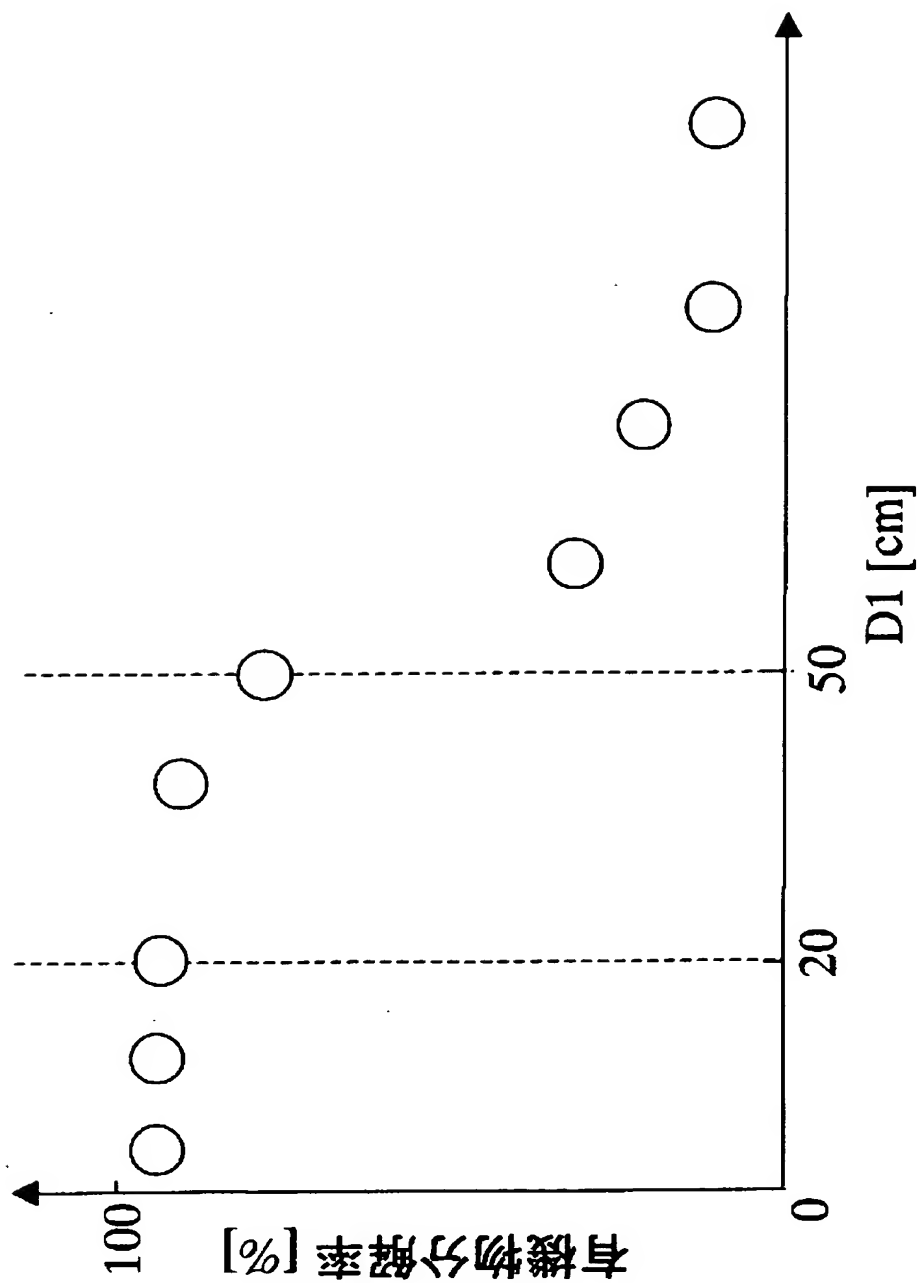


17：微細気泡発生装置  
103：水処理装置

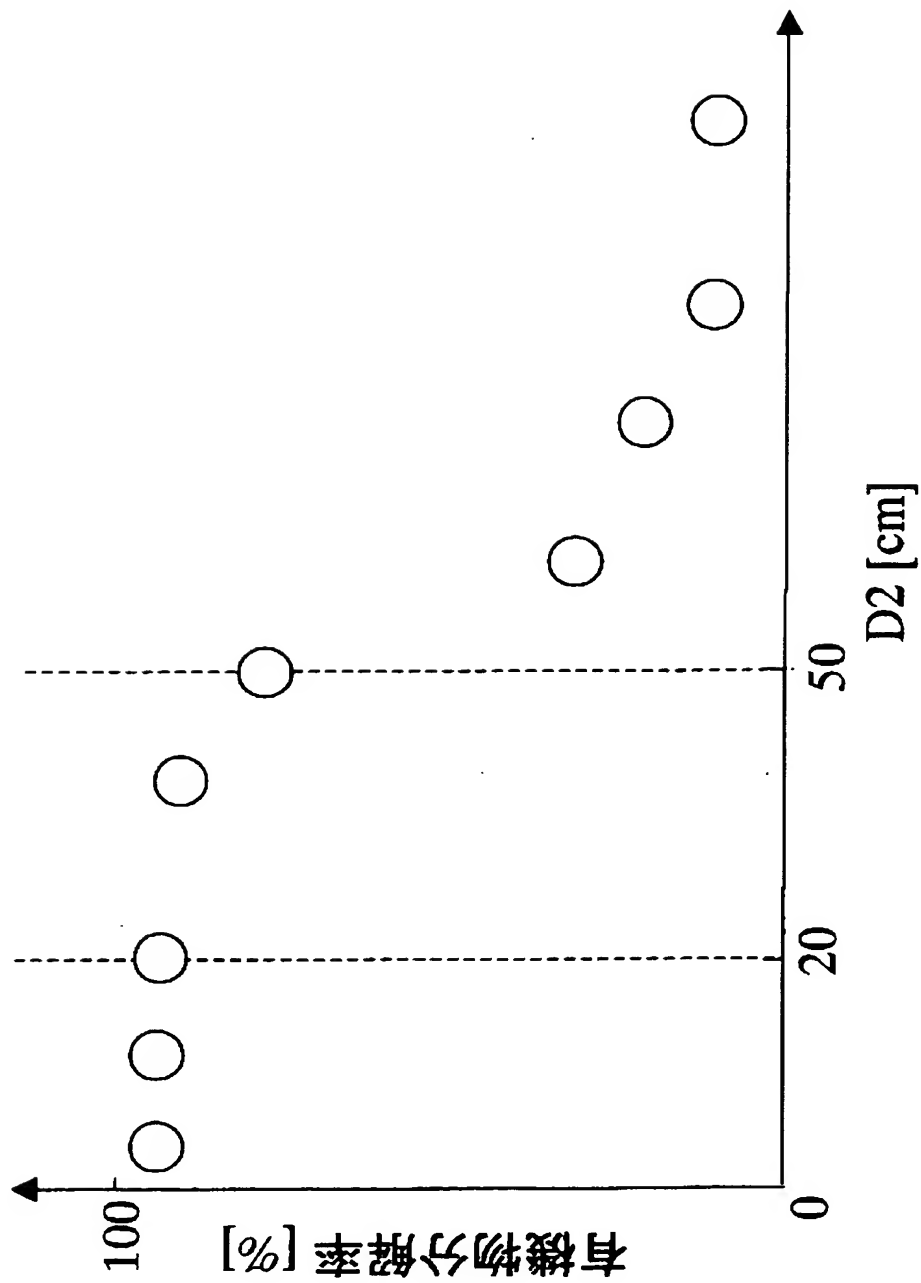
【図 8】



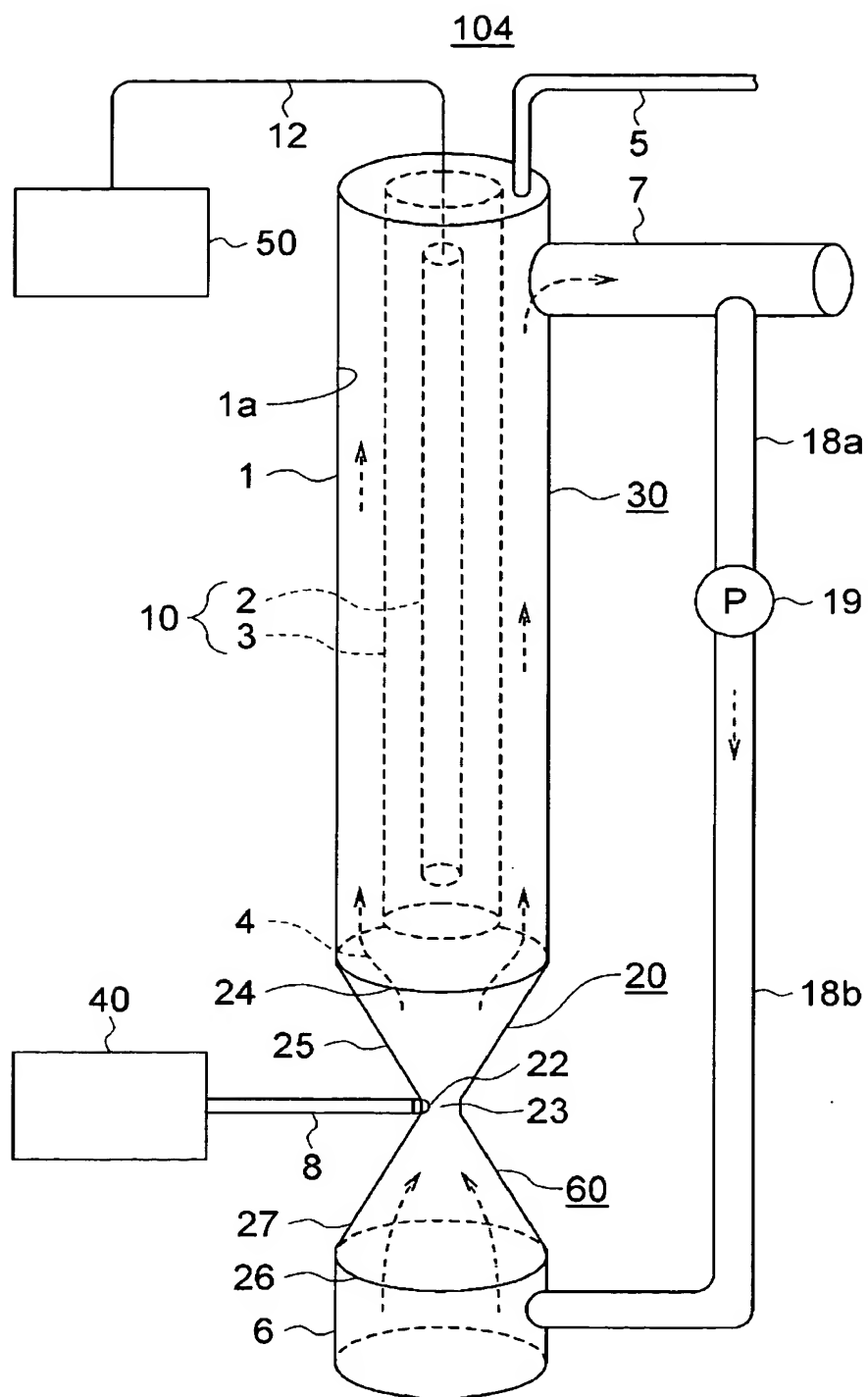
【図 9】



【図 10】

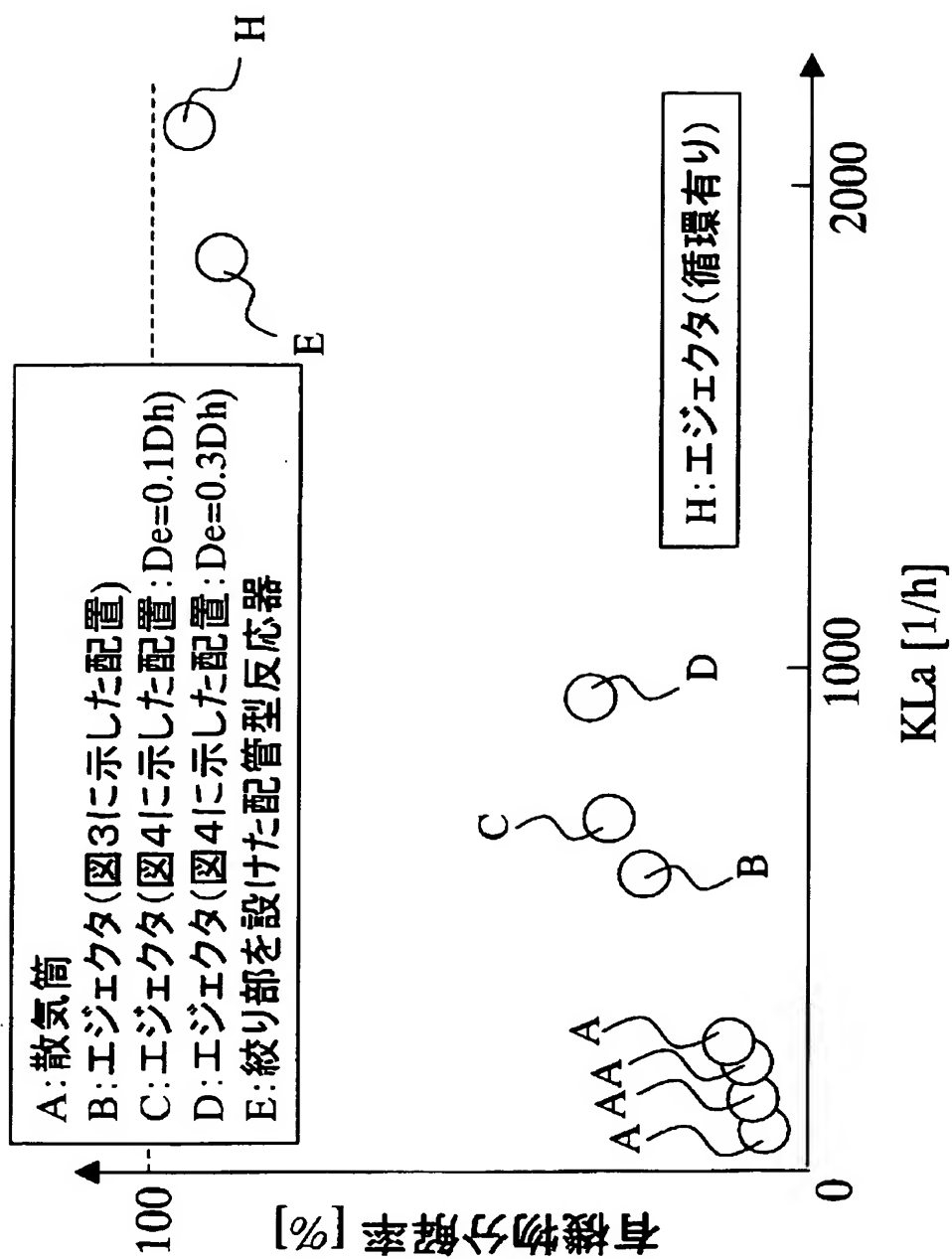


【図 11】



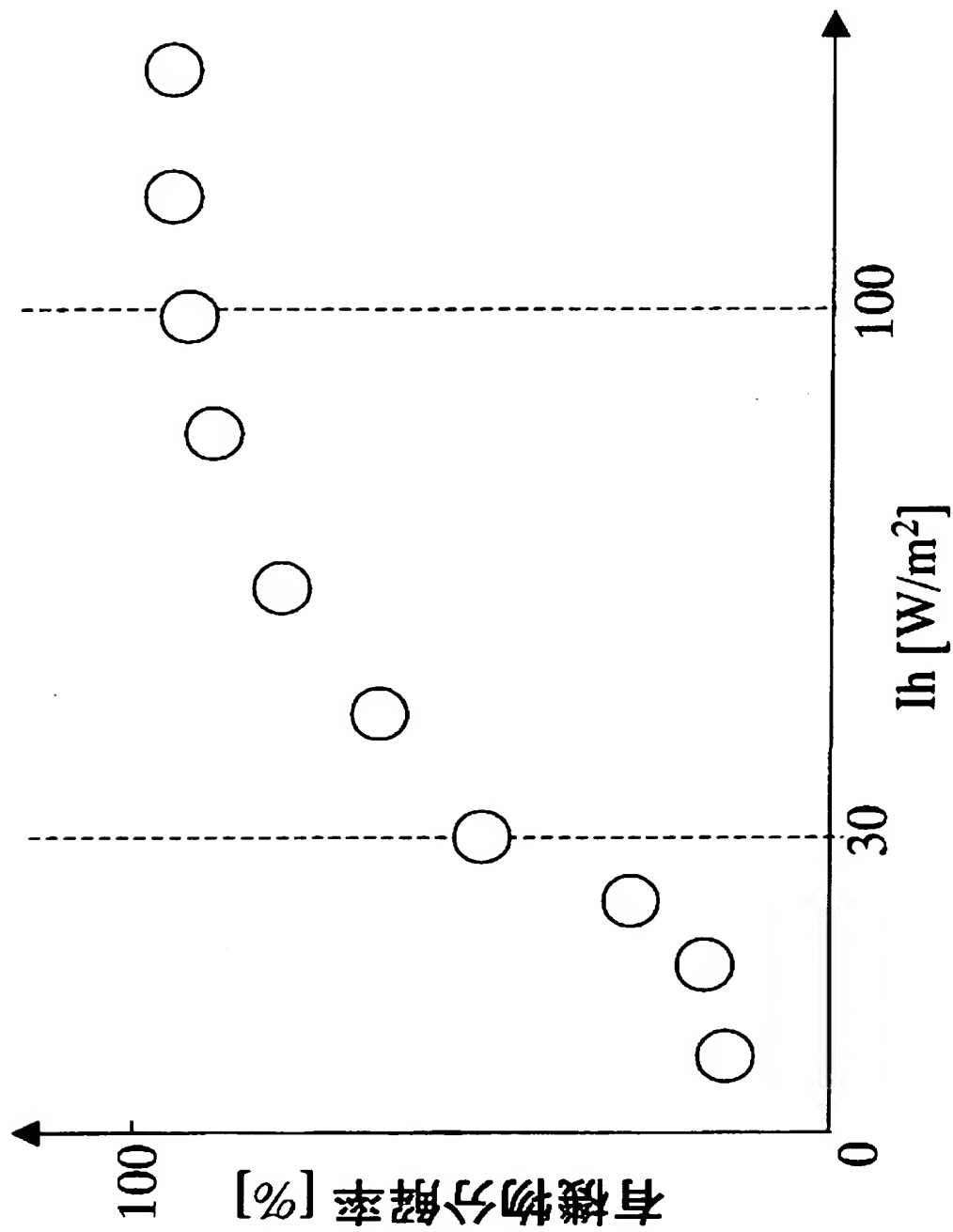
19：ポンプ(循環流路)  
 18a, 18b：配管(循環流路)  
 104：水処理装置

【図 12】

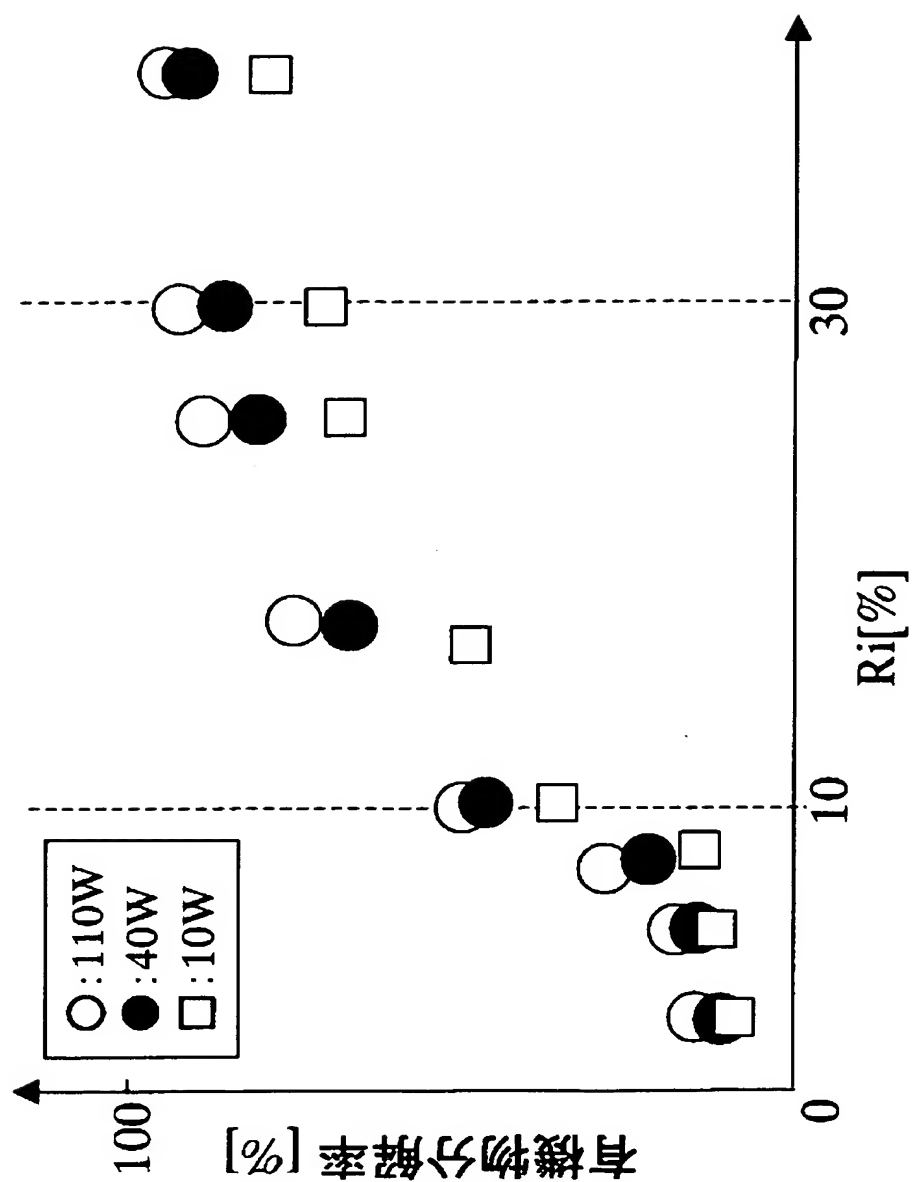




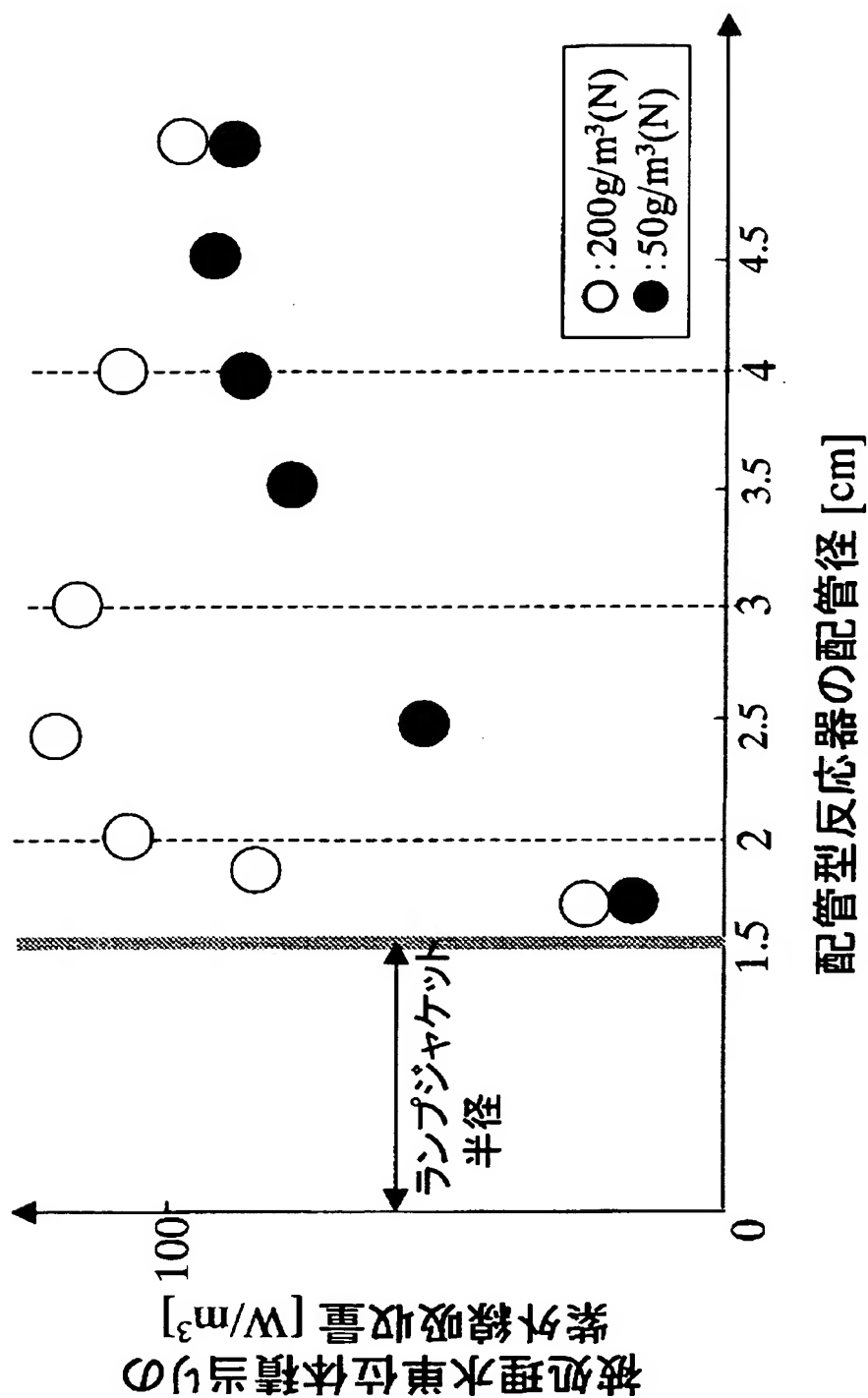
【図 13】



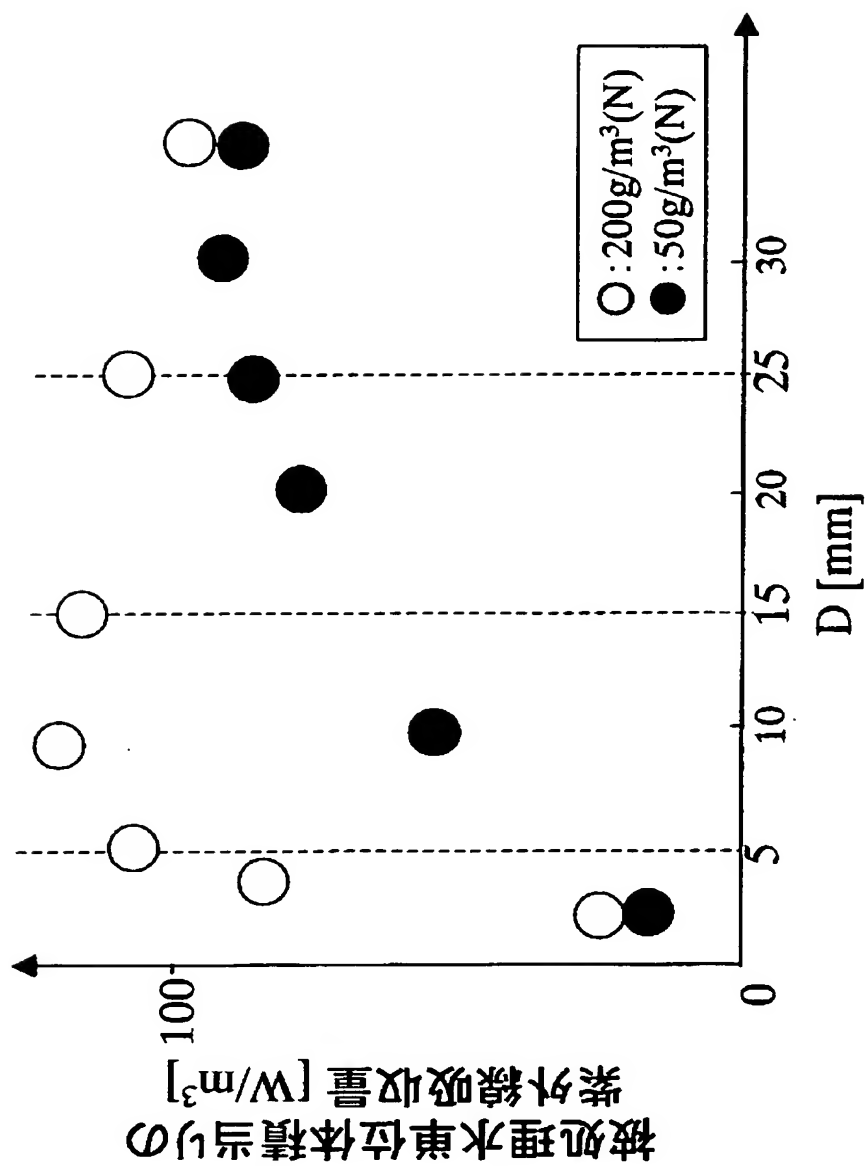
【図 14】



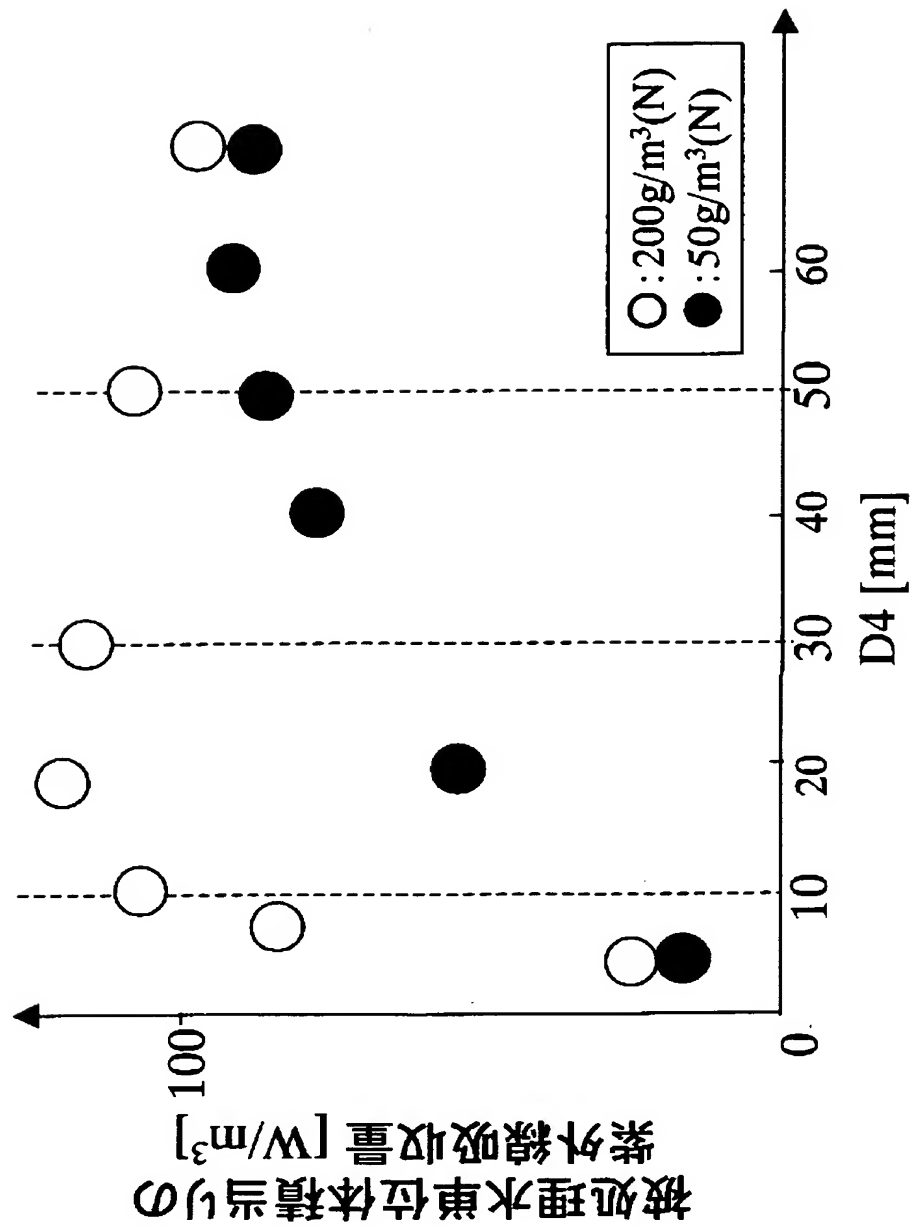
【図 15】



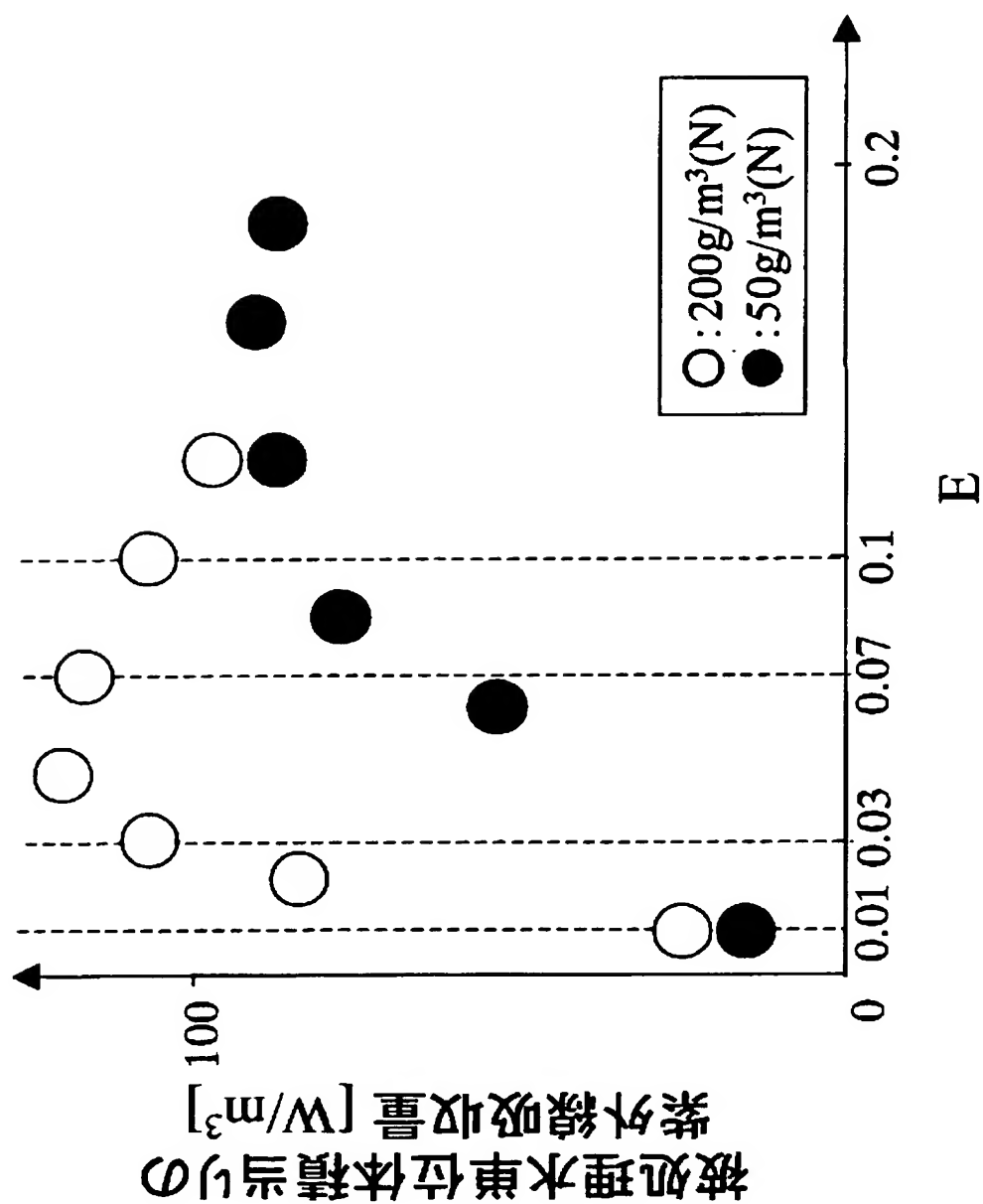
【図 16】



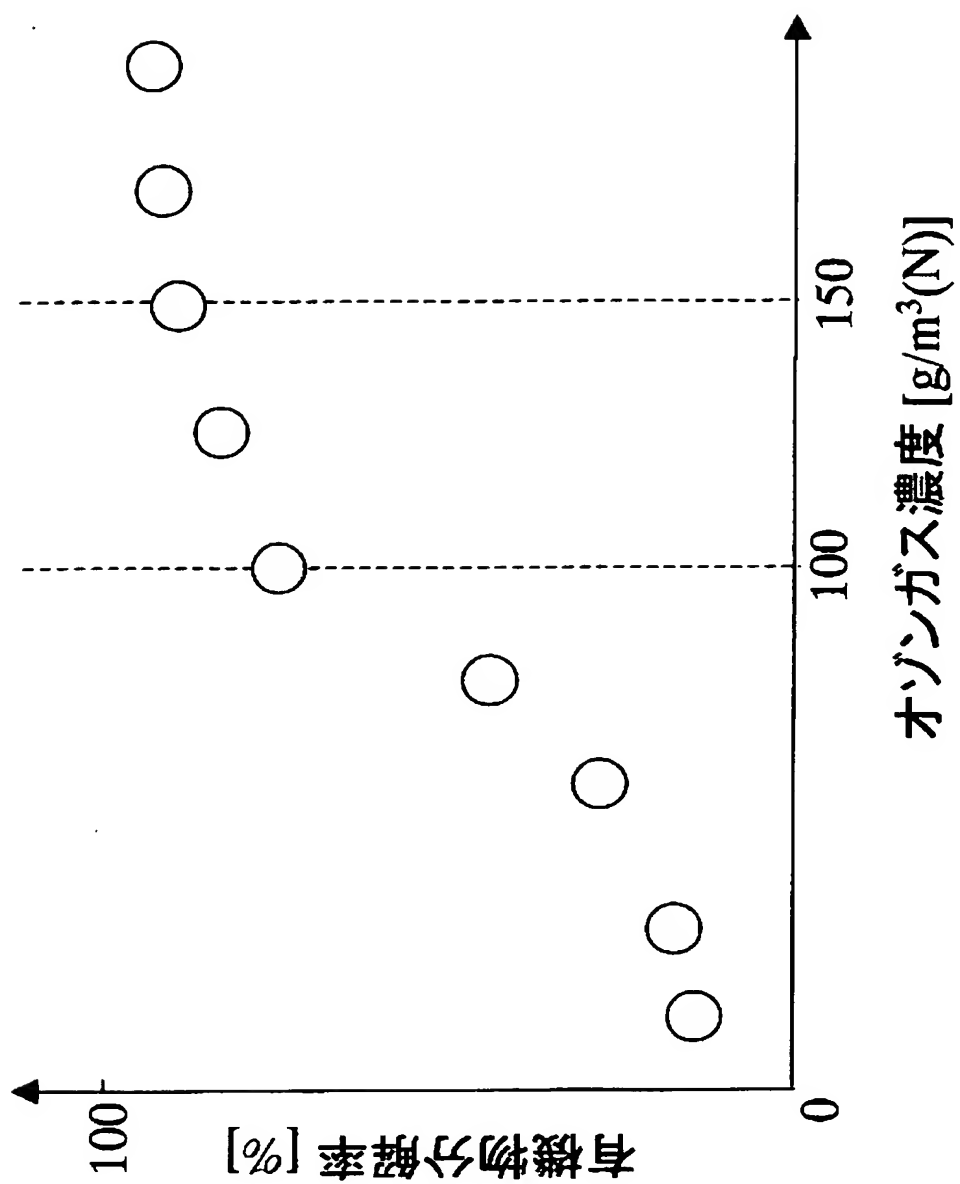
【図 17】



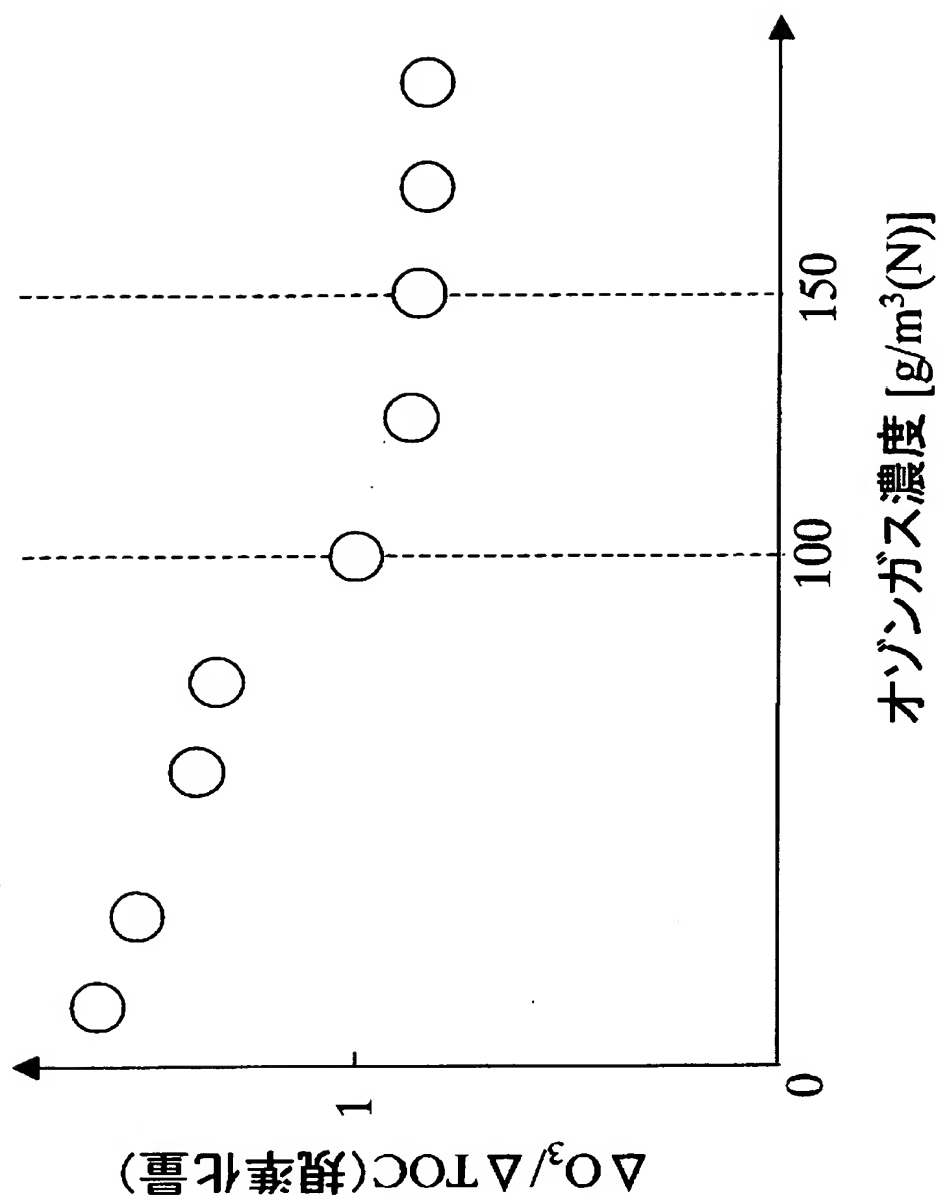
【図 18】



【図 19】



【図 20】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 酸化剤を高速かつ高率に被処理水中に溶解することができ、処理対象物質を高い分解率で処理できる水処理装置を得る。

【解決手段】 長尺の管状を成し、軸線に沿って延びる紫外線照射手段 1 0 を収納し、内周面 1 a と紫外線照射手段 1 0 との空間に被処理水 4 を流通させる紫外線照射部 3 0 と、紫外線照射部 3 0 の上流に隣接して設けられ、被処理水 4 に酸化剤を混合させる酸化剤混合部 6 0 とを有し、紫外線照射手段 1 0 は、酸化剤が混合された被処理水 4 に紫外線を照射して被処理水 4 中の処理対象物質を分解する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 3 4 3 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社